



**Marina Lima  
Gonçalves**

**PERDAS NOS VALORES DOS ECOSSISTEMAS  
DEVIDO À EROSÃO COSTEIRA**



**Marina Lima  
Gonçalves**

**PERDAS NOS VALORES DOS ECOSSISTEMAS  
DEVIDO À EROSÃO COSTEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica do Doutor Peter Cornelis Roebeling, Investigador Integrado do Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM), Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

“Não sou nada.  
Nunca serei nada.  
Não posso querer ser nada.  
À parte isso, tenho em mim todos os sonhos do mundo.”

*Fernando Pessoa*

## **o júri**

presidente

**Professora Doutora Filomena Maria Cardoso Pedrosa Ferreira Martins**  
professora associada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

**Doutor Peter Cornelis Roebeling**  
investigador integrado do Centro de Estudos d Ambiente e do Mar (CESAM) do Departamento de Ambiente e Ordenamento da universidade de Aveiro

**Professor Doutor Joaquim Luís Pais Barbosa**  
professor auxiliar da Faculdade de Ciências Naturais, Engenharias e Tecnologias da Universidade Lusófona do Porto

## **agradecimentos**

Este trabalho não poderia ter sido desenvolvido sem a ajuda e o apoio de alguns intervenientes a quem gostaria de agradecer.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Professor Doutor Peter Roebeling, meu orientador, pela possibilidade da realização deste trabalho, por estar sempre disponível para qualquer dúvida, pelos ensinamentos e pelo empenhado com que fala sobre o tema.

Quero também agradecer ao Geógrafo João Rocha, pelos ensinamentos em Arc-Gis, pela paciência e pela grande ajuda ao longo de todo o trabalho.

Aos meus pais, avós e irmã, por me acompanharem, apoiarem e acreditarem em mim ao longo destes anos.

Ao João e aos meus amigos pelo apoio, pela motivação e pelo simples facto de estarem sempre presentes.

Por fim, agradeço a todos aqueles que directa, ou indirectamente, me ajudaram e possibilitaram a realização desta Dissertação.

A não esquecer que este trabalho foi parcialmente financiado pela FCT e União Europeia (COMPETE, QREN, FEDER), no âmbito do Projecto ADAPTARia – *Climate Change Modelling on Ria de Aveiro Littoral: Adaptation Strategy for Coastal and Fluvial Flooding* (PTDC/AAC-CLI/100953/2008).

## palavras-chave

Erosão costeira, Valores dos ecossistemas, Impacte económico ambiental

## resumo

Portugal é dos países da Europa onde os processos de erosão costeira são mais evidenciados. As zonas costeiras têm vindo a presenciar o aumento das taxas de erosão costeira, que ocorrem devido a vários factores como a subida do nível do mar, o aumento da frequência de tempestades, a redução na alimentação de sedimentos à costa e alterações de origem antrópica. Para além da erosão costeira, a zona costeira portuguesa está assim sujeita a um conjunto de riscos, como a desregulação do funcionamento natural dos ecossistemas costeiros e a perda da biodiversidade. Apesar destes impactes da erosão costeira estarem confinados à zona costeira, é importante ter em atenção que destas áreas fazem parte grandes cidades, e como tal, alberga grande parte da população, bem como uma vasta variedade de ecossistemas que proporcionam uma série de serviços ambientais. Estes ecossistemas, assim como os valores associados, podem ser perdidos devido à erosão costeira.

Vários estudos têm sido desenvolvidos para a zona costeira, quer relativamente à sua gestão, à sua defesa ou ao valor dos ecossistemas. Muitos destes estudos avaliam factores físicos, morfológicos, ambientais, e económicos quer ao nível histórico, quer fazendo projecções para o futuro. No entanto poucos avaliam as perdas nos valores dos ecossistemas devido à erosão costeira. Neste sentido, a presente Dissertação visa avaliar as perdas históricas nos valores dos ecossistemas devido à erosão costeira, ocorridas em Portugal continental entre 1975 e 2006. Para tal é aplicada uma abordagem económico-ambiental, que combina os padrões do uso do solo histórico com técnicas de transferência de benefícios.

Os resultados demonstram que os ecossistemas costeiros em Portugal possuíam valores elevados (cerca de 1.535m€/ano em 1975) que têm vindo a diminuir ao longo dos anos (até cerca de 1.468m€/ano em 2006) devido às alterações na ocupação e usos do solo na região costeira considerada, ou seja, ocorreu uma diminuição no valor anual dos ecossistemas costeiros de 67m€/ano. O território perdido devido à erosão costeira é de cerca de 1.924ha entre 1975 e 2006, sendo constituído maioritariamente por Praias, dunas e areias, cujo valor anual ambiental representa 43m€/ano. Neste sentido estima-se que cerca de 65% das perdas ocorridas nos valores dos ecossistemas na zona costeira portuguesa, são devidas aos processos de erosão costeira.

**keywords**

Coastal erosion, Ecosystem values, Economic and environmental impacts

**abstract**

Portugal is one of Europe's countries where coastal erosion processes are most evident. Coastal zones experience increased rates of coastal erosion, due to rising sea levels, increased storm surge frequencies, reduced sediment delivery and anthropic transformations. In addition to coastal erosion, the Portuguese coast is subject to a number of risks, such as the deregulation of the natural functioning of coastal ecosystems and biodiversity losses. These impacts of coastal erosion are usually limited to the coastal zone, however, it is important to note that these areas host large cities and, consequently, populations as well as a wide variety of ecosystems that provide a series of environmental services. These ecosystems, as well as their associated values, can be lost due to coastal erosion.

Various studies have been developed for the coastal zone, regarding their management, their defense or their ecosystem values. Many of these studies evaluate historical and/or project future physical, morphological, environmental and economic aspects. However, few evaluate ecosystems service value losses due to coastal erosion. This thesis assesses the historical ecosystem service value losses due to coastal erosion that occurred in Portugal between 1975 and 2006. Hence, an environmental-economic approach is applied, combining historical land use patterns with benefits transfer techniques.

Results show that coastal ecosystems in Portugal represent large values (about 1,535 m€/year in 1975) that have been declining over the years (till 1,468 m€/year in 2006) because of changes in land uses in the coastal region considered – i.e. there was a decrease in the annual value of coastal ecosystems of about 67m€/year. The area lost due to coastal erosion was approximately 1,924 ha between 1975 and 2006, comprising mainly Beaches, dunes and sands whose annual environmental value is estimated at 43m€/year. Hence, it is estimated that about 65% of coastal ecosystem service value losses in Portugal, are due to the coastal erosion process.





# Índice

---

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. ENQUADRAMENTO GERAL DO TEMA .....	1
1.2. OBJECTIVO .....	2
1.3. ABORDAGEM .....	3
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	5
<b>CAPÍTULO 2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>7</b>
2.1. ZONA COSTEIRA .....	7
2.2. EROÇÃO COSTEIRA .....	10
2.2.1. Erosão costeira no mundo .....	10
2.2.2. Erosão costeira na Europa .....	11
2.2.3. Erosão costeira em Portugal .....	11
2.3. RECURSOS COSTEIROS .....	12
2.3.1. Importância sócio-económica .....	13
2.3.2. Importância ambiental .....	15
2.4. VALORES AMBIENTAIS DOS ECOSISTEMAS COSTEIROS .....	19
2.5. ESTUDOS ECONÓMICO-AMBIENTAIS DA VALORAÇÃO DA EROÇÃO COSTEIRA .....	20
<b>CAPÍTULO 3. CASO DE ESTUDO .....</b>	<b>23</b>
3.1. LOCAL DE ESTUDO .....	23
3.2. ENQUADRAMENTO LEGAL .....	28
3.2.1. Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) .....	29
3.2.2. Sistemas de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) .....	32
<b>CAPÍTULO 4. METODOLOGIA .....</b>	<b>35</b>
4.1. IDENTIFICAÇÃO DOS USOS DO SOLO NA REGIÃO COSTEIRA .....	35
4.2. ESTIMATIVA DA EROÇÃO COSTEIRA .....	37
4.3. VALORAÇÃO DOS ECOSISTEMAS COSTEIROS .....	37
4.4. ESTIMATIVA DAS PERDAS NOS VALORES DOS ECOSISTEMAS DEVIDO À EROÇÃO COSTEIRA .....	40
<b>CAPÍTULO 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>41</b>
5.1. USO DO SOLO NA REGIÃO COSTEIRA DE PORTUGAL CONTINENTAL .....	41
5.2. VALORES DOS ECOSISTEMAS NA REGIÃO COSTEIRA DE PORTUGAL CONTINENTAL .....	48
5.3. PERDAS NOS VALORES DOS ECOSISTEMAS DEVIDO À EROÇÃO COSTEIRA .....	53
<b>CAPÍTULO 6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>71</b>

# Índice de Figuras

---

FIGURA 1.1 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA ABORDAGEM UTILIZADA.....	4
FIGURA 2.1 – CONCEITO DE ZONA COSTEIRA (LIMITES).....	8
FIGURA 2.2 – REPRESENTAÇÃO DOS TRÊS TIPOS DE COSTA - PRAIAS ARENOSAS, FALÉSIAS E COSTÕES ROCHOSOS.....	9
FIGURA 3.1 – TAXA MÉDIA DE RECUO EM ALGUMAS ÁREAS DO LITORAL DE PORTUGAL CONTINENTAL .....	24
FIGURA 3.2 – PORTUGAL CONTINENTAL E LOCALIZAÇÃO DOS EXEMPLOS DE AVEIRO (CASO 1) E ESPOSENDE (CASO 2).....	27
FIGURA 3.3 – PLANO DE ORDENAMENTO DA ORLA COSTEIRA.....	31
FIGURA 5.1 – DISTRIBUIÇÃO DOS USOS DO SOLO (NÍVEL 1) PARA PORTUGAL CONTINENTAL .....	43
FIGURA 5.2 – USO DO SOLO (NÍVEL 1) PARA PORTUGAL CONTINENTAL NOS ANOS DE 1975, 1990 E 2006.....	45
FIGURA 5.3 – VARIAÇÃO DO VALOR DOS ECOSSISTEMAS ENTRE 1975 E 2006 (EM € DE 2000) .....	50
FIGURA A. 1 – USO DO SOLO PARA PORTUGAL CONTINENTAL NO ANO DE 1975 .....	81
FIGURA A. 2 – USO DO SOLO PARA PORTUGAL CONTINENTAL NO ANO DE 1990 .....	83
FIGURA A. 3 – USO DO SOLO PARA PORTUGAL CONTINENTAL NO ANO DE 2006 .....	85

# Índice de Tabelas

---

TABELA 2.1 – SERVIÇOS E FUNÇÕES DOS ECOSSISTEMAS.....	18
TABELA 3.1 – ESTIMATIVAS DE PERDAS NOS USOS DO SOLO DEVIDO À EROÇÃO COSTEIRA.....	25
TABELA 3.2 – VALORES DOS ECOSSISTEMAS COSTEIRO A NÍVEL MUNDIAL, EUROPEU E A NÍVEL DE PORTUGAL .....	28
TABELA 4.1 – NOMENCLATURA CLC E RESPECTIVOS CÓDIGOS PARA A CATEGORIA DOS DIFERENTES USOS DO SOLO.....	36
TABELA 4.2 – VALORES ANUAIS DOS ECOSSISTEMAS COSTEIRO POR CATEGORIA DE USO DO SOLO CLC .....	39
TABELA 5.1 – USO DO SOLO HISTÓRICO (NÍVEL 3) PARA 1975, 1990 E 2006 PARA A REGIÃO COSTEIRA EM PORTUGAL CONTINENTAL.....	42
TABELA 5.2 – VALORES ANUAIS DOS ECOSSISTEMAS PARA 1975, 1990 E 2006 (EM € DE 2000) .....	49
TABELA 5.3 – PERDAS NOS USOS DO SOLO DEVIDO À EROÇÃO COSTEIRA EM PORTUGAL CONTINENTAL ENTRE 1975 E 2006.....	53
TABELA 5.4 – PERDAS NOS VALORES DOS ECOSSISTEMAS DESDE 1975 A 2006 .....	54
TABELA A. 1 – USO DO SOLO HISTÓRICO PARA 1975, 1990 E 2006 NO NÍVEL 3.....	73
TABELA A. 2 – USO DO SOLO HISTÓRICO PARA 1975, 1990 E 2006 NO NÍVEL 2.....	75
TABELA A. 3 – USO DO SOLO HISTÓRICO PARA 1975, 1990 E 2006 NO NÍVEL 1.....	75
TABELA A. 4 – VALORES DOS ECOSSISTEMAS POR CADA USO DE SOLO NÍVEL 3 (VALORES EM € DE 2000) .....	77
TABELA A. 5 – VALORES DOS ECOSSISTEMAS POR CADA USO DE SOLO NÍVEL 2 (VALORES EM € DE 2000) .....	79
TABELA A. 6 – VALORES DOS ECOSSISTEMAS POR CADA USO DE SOLO NÍVEL 1 (VALORES EM € DE 2000) .....	79

# Capítulo 1. Introdução

---

## 1.1. Enquadramento geral do tema

Portugal é dos países da Europa onde o processo de erosão costeira tem sido mais evidenciado, apresentando graves problemas em grande parte da sua extensão (União Europeia, 2006). A zona costeira portuguesa está sujeita a um conjunto de riscos, entre eles, a desregulação do funcionamento natural dos ecossistemas costeiros, a perda de biodiversidade e a erosão costeira (RCM n.º 82/2009). Actualmente, são inúmeras as notícias e os relatos de incidentes ao longo de toda a zona costeira portuguesa, nomeadamente relativos a inundações, destruição de infra-estruturas, ruptura e galgamento de dunas, erosão costeira, destruição de habitats e perda de biodiversidade quer ao nível da fauna e da flora (Barbosa, 2003). Os processos de erosão costeira têm consequências sobre os ecossistemas que, por sua vez, apresentam diversos valores e desempenham várias funções (Constanza *et al.*, 1997; Groot *et al.*, 2002; Martínez *et al.*, 2007). No entanto, esta problemática não é exclusiva do século XXI, mas tem vindo a aumentar gradualmente com o passar dos anos (Barbosa, 2003).

Ainda que vários estudos analisem a evolução da linha de costa, histórica e futura, (e.g. Barbosa, 2003; Barbosa, 2007; Taveira-Pinto *et al.*, 2009), e outros estudos determinem os valores dos ecossistemas costeiros (e.g. Costanza *et al.*, 1997; Martínez *et al.*, 2007; Alves *et al.*, 2009; Brenner *et al.*, 2010), poucos são os estudos que avaliam as perdas nos valores dos ecossistemas devido à erosão costeira. Os estudos que avaliam o impacte económico-ambiental da erosão costeira aplicam abordagens numa escala regional (e.g. Fankhauser, 1994; Darwin e Tol, 2001; Bosello *et al.*, 2006), no entanto, apresentam como desvantagem o facto de sacrificar detalhes espácio-económico-ambientais numa escala local para obter um conjunto de dados economicamente consistentes (Knogge *et al.*, 2004).

Efectivamente vários estudos têm sido desenvolvidos para a zona costeira portuguesa, relativamente à sua gestão (e.g. Veloso-Gomes *et al.*, 2008; Ferreira *et al.*, 2008), à sua defesa (e.g. Veloso-Gomes *et al.*, 2004, Taborda *et al.*, 2005) e também à erosão costeira e à valorização dos ecossistemas (e.g. Alves *et al.*, 2009; Roebeling *et al.*, 2011). No entanto, quando se quer perceber a evolução da linha de costa portuguesa nas últimas décadas, quer a nível da ocupação e uso do solo ou dos ecossistemas, existem algumas lacunas. Verifica-se que os estudos históricos tratam apenas da erosão costeira e das perdas do uso do solo no passado e, por sua vez, os estudos projectivos apenas abordam a erosão costeira e/ou os custos ambientais no futuro. No entanto, nenhum avalia, de forma integrada, a erosão costeira, as perdas nos usos do solo e as correspondentes perdas nos valores dos ecossistemas históricos, com o objectivo de compreender a evolução desta problemática ao longo dos anos.

## **1.2. Objectivo**

Este estudo tem como principal objectivo avaliar as perdas económico-ambientais, ocorridas em Portugal continental, devido à erosão da costa no período entre 1975 e 2006. Para tal será aplicada uma abordagem económico-ambiental, que combina os padrões históricos da erosão costeira com técnicas de transferência de benefícios, para a valoração dos serviços dos ecossistemas. Os objectivos específicos deste estudo são:

1. Revisão da literatura relativa aos estudos económico-ambientais sobre a erosão costeira e a valoração dos ecossistemas;
2. Desenvolvimento da abordagem económico-ambiental, baseada em tecnologias e Sistemas de Informação Geográfica (SIG; EEA, 2002; IGEO, 2010a, 2010b) e métodos de transferência de benefícios (Costanza, *et al.*, 2007; Martínez *et al.*, 2007);
3. Criação de uma base de dados, incluindo a ocupação e uso do solo na região costeira em termos históricos (com base nas cartas CORINE Land Cover – CLC –

Bossard, *et al.*, 2000) e os valores dos ecossistemas (com base em Constanza *et al.*, 1997; Martínez *et al.*, 2007);

4. Avaliação de cartas CLC para avaliar a ocupação e uso do solo e a evolução da erosão costeira para os anos de 1975, 1990 e 2006, utilizando o Arc-Gis 9.3 (ESRI);
5. Estimar as perdas na ocupação e uso do solo e nos valores dos ecossistemas devido à erosão costeira no período entre 1975 e 2006.

### **1.3. Abordagem**

Este estudo é desenvolvido com base numa abordagem económico-ambiental, que combina os padrões de ocupação e uso do solo com técnicas de transferência de benefícios, de forma a estimar a erosão costeira e respectivas perdas nos valores dos ecossistemas (Figura 1.1).

É criada uma base de dados relativa ao uso do solo na zona costeira, de acordo com cartas de ocupação e uso do solo para os anos de 1975, 1990 e 2006 provenientes do CLC (Bossard *et al.*, 2000; Figura 1.1). A definição da zona costeira teve como base a linha de costa de 1975, a partir da qual se definiu uma faixa de 10 km para terra (EEA, 2006) e 1 km para mar em toda a costa continental portuguesa, que será considerada ao longo de todo o trabalho como região costeira. Neste ponto são posteriormente desenvolvidas e avaliadas as cartas CLC criadas em ambiente Arc-Gis, de toda a zona costeira de Portugal continental nas três datas pré-estabelecidas (1975, 1990 e 2006).

A avaliação das manchas de ocupação e uso do solo permitirão estimar as perdas devido à erosão costeira e as perdas nos valores dos ecossistemas para o período entre 1975 e 2006. Para tal, é aplicado o método de transferência das estimativas de benefícios, usando valores dos ecossistemas costeiros provenientes dos estudos efectuados por Costanza *et al.* (1997), Martínez *et al.* (2007) e Alves *et al.* (2009). Neste sentido, é realizado um ajustamento entre os diferentes biomas (Costanza *et al.*,

1997 e Martínez *et al.*, 2007) e os vários tipos de usos do solo provenientes do CLC (Bossard *et al.*, 2000). Por fim, são calculadas as perdas nos valores anuais dos ecossistemas, devido à erosão costeira, com base nas estimativas das perdas nos usos do solo devido à erosão costeira e aos respectivos valores anuais dos ecossistemas por hectare (Figura 1.1).

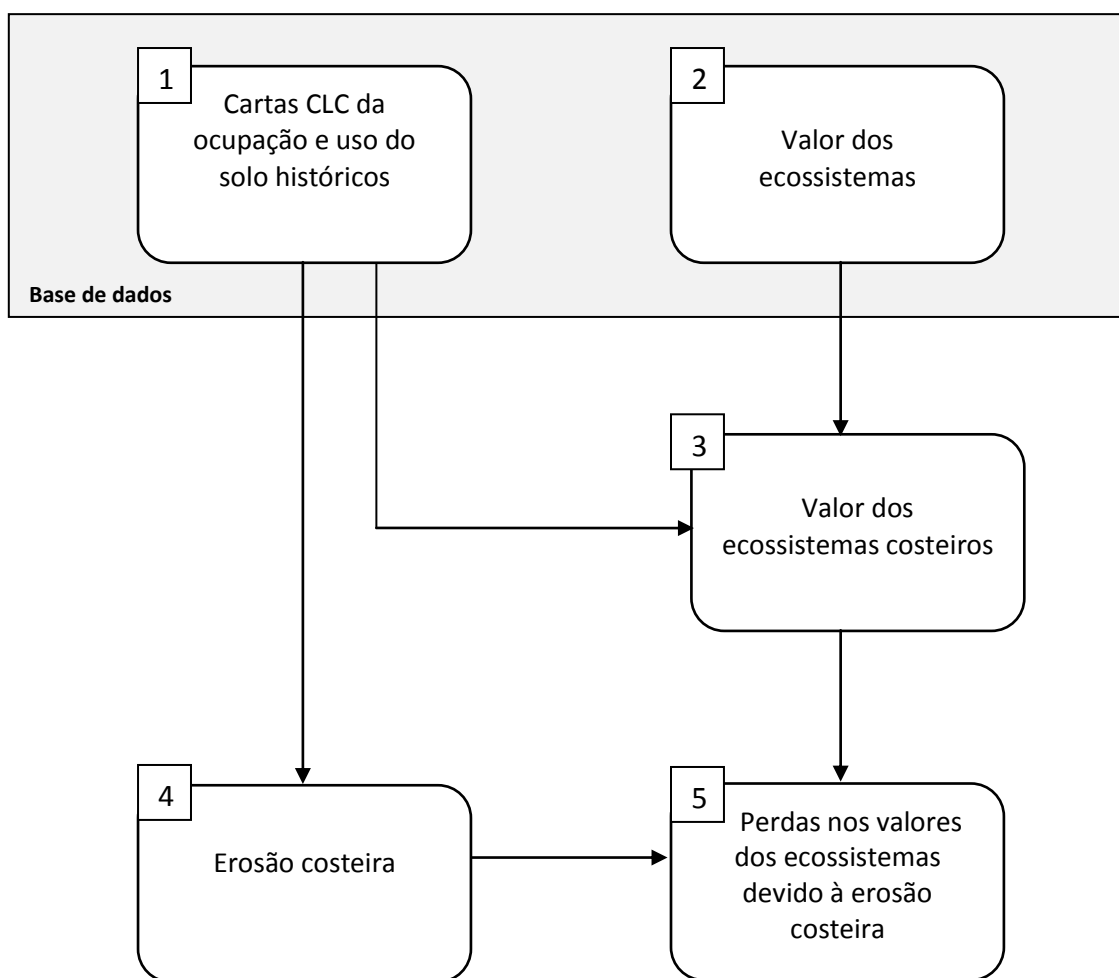


Figura 1.1 – Representação esquemática da abordagem utilizada.

Para além do estudo dos valores dos ecossistemas perdidos devido ao processo da erosão costeira a nível de Portugal continental, é feita referência a dois casos específicos – um na área da Ria de Aveiro (Caso 1) e outro na área de Esposende (Caso 2). Estes dois Casos pretendem reforçar a importância que a erosão costeira possui sobre as zonas costeiras, uma vez que apresenta dois exemplos específicos do que se passa em Portugal continental relativamente a esta temática.

## **1.4. Estrutura da dissertação**

Para além deste capítulo introdutório, a presente Dissertação está dividida em mais cinco capítulos.

O Capítulo 2 aborda os conceitos relacionados com a zona costeira e com os processos de erosão associados. Contemplando também a importância sócio-económica e ambiental dos recursos costeiros e os valores dos serviços dos ecossistemas.

O Capítulo 3 aborda o local de estudo escolhido para este trabalho. Neste capítulo é também mencionado, de um modo geral, o enquadramento legal do tema, o Plano de Ordenamento da Orla Costeira e os Sistemas de Indicadores do desenvolvimento Sustentável.

O Capítulo 4 apresenta as metodologias utilizadas para a realização deste trabalho e está dividido em quatro secções. Estas abordam os métodos utilizados para a identificação da ocupação e uso do solo, a valoração dos ecossistemas costeiros e as estimativas de perdas ocorridas nos valores dos ecossistemas devido à erosão costeira.

O Capítulo 5 apresenta os principais Resultados obtidos com este estudo e a respectiva Discussão. Este Capítulo está dividido em três secções. A primeira expõe os usos de solo para Portugal continental, a segunda os valores associados aos ecossistemas presentes na região costeira e finalmente a terceira, mostra as perdas ocorridas na região costeira devido aos processos de erosão costeira. No final de cada secção será apresentada a discussão dos resultados, bem como dois casos tidos como exemplos relativamente ao tema.

Por fim, no Capítulo 6 estão contidas as principais conclusões ao estudo efectuado, apresentando algumas considerações finais, bem como possíveis expectativas futuras.





## Capítulo 2. Revisão da literatura

---

Este capítulo aborda, de um modo geral, os conceitos relacionados com a zona costeira e com os processos de erosão associados, quer a nível Mundial, da Europa e de Portugal. Assim sendo, este capítulo contém, também, uma análise à importância sócio-económica e ambiental dos recursos costeiros e consequentemente são abordados os temas relacionados com os valores dos serviços dos ecossistemas bem como os principais estudos efectuados.

### **2.1. Zona costeira**

Os conceitos relacionados com a zona costeira são ainda um pouco complexos, desde a definição, à sua sensibilidade, ao seu dinamismo, à sua importância económica e ecológica, à ocorrência de conflitos entre utilização e equilíbrio natural, à pressão antrópica aí exercida ou à necessidade de promover o seu uso sustentável (RCM n.º 82/2009).

A zona costeira pode então ser definida como uma parte de território que é influenciada pelo mar, nomeadamente pelas ondas, marés, ventos, biota ou a salinidade. Esta pode possuir uma largura até 2km para terra, indo até ao mar territorial, cerca de 22km (Figura 2.1). Os estuários, os sistemas lagunares, as dunas, as arribas, as praias, o meio hídrico marinho e os sistemas insulares são exemplos das características próprias do suporte biofísico da zona costeira portuguesa – existindo ocupações, usos e actividades económicas importantes à escala nacional e local que se desenvolvem nesta zona e que beneficiam dessas mesmas características (Velooso Gomes *et al.*, 2008).

O limite das zonas costeiras não fica condicionado pelo limite físico da faixa territorial identificada. Para além da zona costeira é importante ter atenção a um conjunto de conceitos que estão associados entre si, nomeadamente (Figura 2.1; MAOTDR, 2007):

- Litoral, que é definido como a faixa de território que se situa à beira mar, sendo directa ou indirectamente influenciado por este. Esta pode estender-se na ordem das poucas centenas de quilómetros para terra e para mar;
- Orla Costeira, que é a faixa de território onde a acção do mar, ajudada pelos ventos, é exercida directamente. Isto acontece devido ao facto desta se estender por algumas centenas de metros para terra e cerca de trinta metros para mar;
- Linha de costa, que representa o limite entre a terra e o mar, ou seja, a linha que separa a parte terrestre da parte marítima;
- Região costeira, que é definida neste estudo como sendo uma faixa de território que se situa à beira mar e se estende entre 10km para terra e 1km para mar.

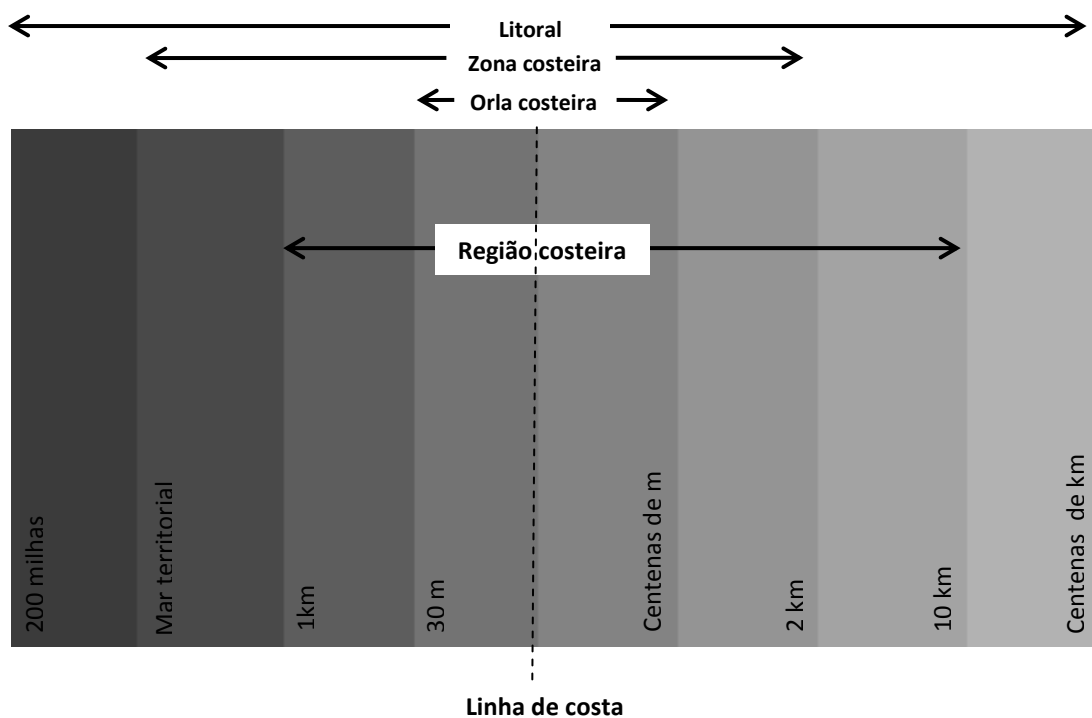
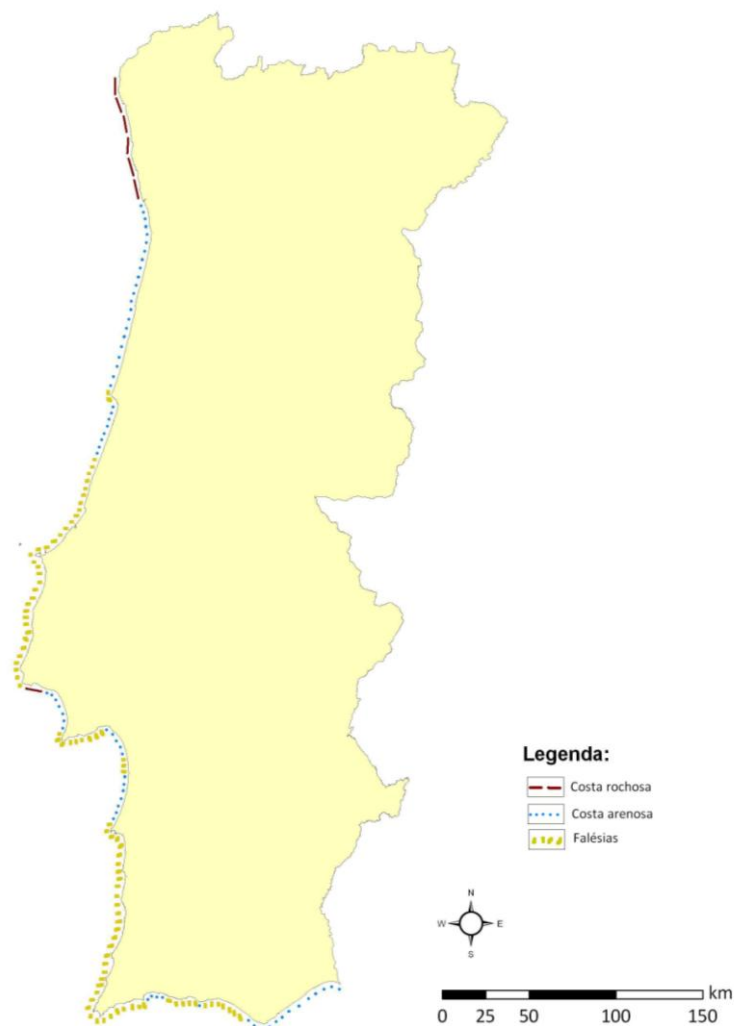


Figura 2.1 – Conceito de zona costeira (limites).  
(Adaptado de: RCM n.º 82/2009, de 8 de Setembro)

A construção dos limites é efectuada de forma flexível, uma vez que pretende considerar as características específicas de cada contexto territorial. Neste sentido, é importante ter atenção que a abordagem estratégica do desenvolvimento das zonas

costeiras deve considerar os princípios fundamentais de gestão de recursos hídricos inerentes à Directiva-Quadro da Água (Directiva n.º 2000/60/CE), não sendo condicionada apenas pelos limites físicos da faixa territorial (MAOTDR, 2007).

Segundo a RCM (n.º 82/2009), Portugal continental possui uma linha de costa com uma extensão total de cerca de 1.187km. Morfológicamente a linha de costa é diferente ao longo da sua extensão, uma vez que inclui extensas praias de areia apoiada por dunas, costões rochosos com falésias, baías, estuários, lagoas, entre outros. Como se verifica na Figura 2.2, a costa continental portuguesa está classificada consoante três tipos morfológicos principais (praias arenosas, falésias litorais e costões rochosos), sendo as falésias representadas em cerca de 50% da costa continental portuguesa, seguida das praias arenosas com cerca de 40%, enquanto os costões rochosos são os menos representados, com aproximadamente 10% do total (Ferreira *et al.*, 2008).



**Figura 2.2 – Representação dos três tipos de costa - Praias arenosas, falésias e costões rochosos**  
(Adaptado de: Ferreira *et al.*, 2008)

É importante salientar que cerca de 2% do total de territórios de 20 zonas costeiras da Europa se encontram 5 metros abaixo do nível médio das águas do mar e mais de metade dessa área está localizada a menos de 10km do mar. Significa, portanto, que 9% de todas as zonas costeiras da Europa são áreas potencialmente vulneráveis à elevação do nível do mar, assim como a inundações costeiras e a processos de erosão (EEA, 2006).

## **2.2. Erosão costeira**

### **2.2.1. Erosão costeira no mundo**

A zona costeira mundial totaliza cerca de 500.000 km e é habitada por cerca de 80% da população mundial (Borges *et al.*, 2009). Deste modo, estão concentrados na zona costeira a maioria dos centros de decisão política, económica e técnica, bem como grande parte das indústrias e actividades económicas de muitos países (Borges *et al.*, 2009).

A erosão costeira é um problema comum à orla costeira em todo o mundo, afectando cerca de 70% de praias arenosas por todo o planeta (Feagin *et al.*, 2005). Cerca de metade do Mississípi e da costa do Texas têm degradado a uma velocidade média de 3,1 e 2,6 m/ano desde 1970. Na Nigéria as taxas de recuo vão até 30m/ano (Nicholls *et al.*, 2007), enquanto a subida do nível do mar causou a perda de 14% de território costeiro em Tongatapu (no Tonga) e cerca de 80% nas ilhas Marshal com consequências para todos os ecossistemas existentes (IPCC, 2002). Os impactes derivados dos processos de erosão costeira são evidenciados em todo o litoral europeu, cerca de 20%, com áreas perdidas ou seriamente afectadas, estimadas em 15km<sup>2</sup>/ano (IPCC, 2002). A linha de costa foi e continua a ser afectada pelos processos de erosão costeira, muito devido às alterações climáticas, aos conflitos entre acções naturais e às acções antrópicas (Morais *et al.*, 2008). Os processos de erosão costeira são considerados actualmente como um fenómeno global, uma vez que esta

problemática tem vindo a verificar-se em diferentes costas do mundo (Morais *et al.*, 2008).

### **2.2.2. Erosão costeira na Europa**

A erosão costeira tem um impacte importante sobre a costa Europeia e afecta o meio ambiente e as actividades humanas (EEA, 2006). Dependendo da definição da linha de costa, as estimativas para a parte terrestre da zona costeira europeia podem variar entre 4 e 13% da massa terrestre. Com base nos dados das cartas CLC, há quase 185.000 km de linha de costa e cerca de 560.000 km<sup>2</sup> de zona costeira (na parte terrestre) em 24 países europeus. Esta área corresponde a 13% da massa total de terras nesses países e 11% se considerarmos apenas os 20 da EU (EEA, 2006).

Cerca de 20.000 km da linha de costa (11%), enfrentavam em 2004 impactes significativos. A maior parte dos sectores afectados (15.100 km) estavam a recuar activamente – alguns destes, mesmo apesar das obras de defesa (2.900 km). Adicionalmente, outros 4.700 km foram artificialmente estabilizados (União Europeia, 2006). Os resultados do projecto Eurosion (2006) indicam que 28,5% da costa portuguesa é afectada pela erosão, o que coloca Portugal nos seis primeiros lugares da lista. Tendo sido ultrapassado apenas pela Polónia, com 55% da costa afectada pela erosão, seguido pelo Chipre (37,9%), Letónia (32,8%), Eslovénia (30,4%) e Grécia (28,6%). A Finlândia é o país da UE cujo litoral apresenta uma menor problemática relativamente aos processos de erosão costeira (0,04%).

### **2.2.3. Erosão costeira em Portugal**

A erosão costeira estabelece uma estreita relação com a subida do nível do mar e os fenómenos de “storm surge” (sobreelevação do nível do mar) em resultado da expansão térmica oceânica e do aquecimento global. Em consequência disso provém o aumento da frequência de episódios erosivos, galgamentos oceânicos, maior duração

das inundações ribeirinhas e, ainda, a migração para o interior da zona costeira (RCM n.º 82/2009). A acção humana é um dos factores que tem vindo a acelerar os processos de erosão costeira, nomeadamente através de obras de engenharia e hidráulica costeira, uma vez que têm, em diversos casos, provocado um recuo da linha de costa, consequência potenciada pela redução de sedimentos pelas dragagens e/ou pela exploração de sedimentos em algumas estruturas (RCM n.º 82/2009).

No entanto, a erosão costeira está, também, associada a fenómenos físicos e à capacidade da intervenção humana. As possíveis causas associam-se à subida generalizada do nível médio das águas do mar, a movimentos de tectónica e a possíveis alterações climatológicas (Veloso-Gomes, 2007). As causas mais recentes são associadas ao enfraquecimento das fontes aluvionares, à ocupação humana (sobre dunas, praias e arribas), à construção de quebramares portuários (Viana do Castelo, Aveiro, Figueira da Foz e Vila Moura, por exemplo), à implantação de esporões e de obras aderentes, e à fragilização de dunas (Veloso-Gomes, 2007).

Estudos efectuados para a costa portuguesa mostram que as zonas costeiras onde se evidenciam maiores problemas devido aos processos erosão são o trecho entre Douro e a Nazaré, seguido do trecho entre Caminha e o Douro, sendo a zona com menos problemas de erosão o trecho entre Vilamoura à Foz do Guadiana (SIDS, 2007). É neste sentido que surgem vários estudos, com principal afluência à zona centro portuguesa (Ver Secção 2.5.).

### **2.3. Recursos costeiros**

Estão concentrados na zona costeira a maioria dos centros de decisão política, económica e técnica, bem como grande parte das indústrias e actividades económicas de muitos países (Borges *et al.*, 2009). Além disso, das zonas costeiras fazem parte diversos ecossistemas costeiros ricos em biodiversidade (Martínez *et al.*, 2007; Brenner *et al.*, 2010). Neste sentido, Portugal não é excepção, a zona costeira continental portuguesa é particularmente rica em biodiversidade, possuindo diversos

habitats naturais. Resultado da conjugação das características geomorfológicas, ecológicas e de ocupação humana do seu território, possui também um elevado valor paisagístico. Actividades como a pesca, o turismo e a crescente urbanização devem ser realçadas, uma vez que desempenham papéis importantes para a economia e para o desenvolvimento do país (RCM n.º 82/2009).

No entanto, para além da erosão costeira, é importante ter atenção a um conjunto de riscos e actividades que são possíveis de gerar impactes negativos e de natureza cumulativa nos ambientes costeiros, e que serão designados ao longo deste trabalho de artificialização/litoralização. Estes riscos e actividades incluem: “i) a urbanização de ambientes naturais; ii) a ocupação de áreas sensíveis; iii) a perda de biodiversidade; iv) as construções e pressões originadas pela destruição da zona costeira; v) a descaracterização da zona costeira e perda do seu valor cénico; vi) a poluição das águas do mar e das praias degradando os ecossistemas existentes; e vii) a desregulação do funcionamento natural dos sistemas e ecossistemas costeiros” (RCM n.º 82/2009, pp. 6065). Os processos de litoralização são promotores de situações de desequilíbrio, que por sua vez são revelados na erosão costeira com graves consequências, uma vez que potencia a destruição de habitats, a perda de biodiversidade, a destruição de paisagens e as alterações na qualidade das águas (RCM n.º 82/2009).

Para além do efeito sobre o ambiente, a degradação dos ambientes costeiros possui também um impacto negativo sobre a economia, dificultando, ou mesmo impedindo, o desenvolvimento sustentável de um turismo de qualidade. Isto acontece uma vez que a degradação destas áreas levam à diminuição da atractividade do território para as actividades de turismo e de lazer (RCM n.º 82/2009).

### **2.3.1. Importância sócio-económica**

A zona costeira portuguesa possui as principais áreas urbanas, industriais e de turismo do país. Estas zonas apresentam uma elevada concentração populacional e de actividades económicas, o que faz com que as zonas costeiras possuam um elevado

valor sócio-económico (RCM n.º 82/2009). Os principais serviços oferecidos pela zona costeira são (RCM n.º 82/2009):

Uso urbano: as actividades económicas e a rede de acessibilidades registaram um grande aumento nestas zonas, o que origina situações de desequilíbrio, que se manifestam, entre outros, na erosão costeira generalizada;

Turismo: o turismo é apresentado como um sector vital para o desenvolvimento económico do país. No entanto, apresenta também impactes negativos, que se vão acumulando e que possuem implicações económicas devido à perda de atractividade do território;

Náutica de recreio: o número de marinas e portos de recreio têm vindo a aumentar, devido às boas potencialidades da zona costeira, sendo um bom suplemento ao turismo balnear;

Pesca Comercial e Aquicultura: o sector da pesca possui um papel de extrema importância, sendo importante a atenção no que diz respeito ao equilíbrio sócio-económico das comunidades piscatórias;

Actividade Portuária, Transporte Marítimo e Logístico: os portos são meios indispensáveis para o desenvolvimento, integração internacional e competitividade económica do país, na Europa e no mundo. No entanto, é necessário minimizar e controlar os impactes negativos que podem ser provocados pelas infra-estruturas necessárias;

Produção de Energia Renovável: aliadas ao facto de possuir boas infra-estruturas e a proximidade com o consumidor, a zona costeira portuguesa possui um importante potencial para a produção de energia eólica e energia das ondas;

Indústria: devido a razões económicas e estratégicas, Portugal possui grande parte das suas indústrias e centrais térmicas ao longo da zona costeira. Estas exercem impactes directos sobre o ambiente costeiro, quer a nível da produção de resíduos sólidos, quer a nível de efluentes líquidos e que, portanto, devem ser controlados;

Recursos Minerais: a zona costeira possui inúmeros recursos geológicos assegurando, assim, a função de origem de matéria-prima, cuja exploração deve ser feita de modo sustentado;



Investigação Científica: a zona costeira portuguesa é bastante rica e complexa, abrangendo várias áreas da ciência e várias temáticas específicas podem ser abordadas. Neste sentido tem sido alvo de grande interesse por parte de muitos investigadores;

Actividades Emergentes: Portugal apresenta um elevado potencial no que respeita a matérias de investigação e desenvolvimento na área das ciências e das tecnologias marinhas.

A zona costeira portuguesa possui também um elevado valor paisagístico, sendo este bastante frágil, podendo ser perdido devido à crescente ocupação e utilização antrópica. Do mesmo modo é também importante o facto da zona costeira possuir um vasto património histórico-cultural que é necessário valorizar e preservar (RCM n.º 82/2009).

### **2.3.2. Importância ambiental**

A zona costeira de Portugal continental é rica em habitats naturais, como é o caso dos que ocorrem em recifes rochosos ou fundos arenosos, dunas, arribas, estuários e lagoas litorais. Esta possui também um conjunto de espécies de flora ameaçada, e um conjunto de diversas espécies de fauna, com particular relevo para a avifauna (RCM n.º 82/2009).

Sendo um ecossistema um conjunto complexo e dinâmico de plantas, animais, micróbios e características físicas e ambientais que interagem uns com os outros (MEA, 2005), é de extrema importância ter atenção aos serviços que estes prestam, neste caso, na zona costeira. Os serviços dos ecossistemas podem ser traduzidos como os benefícios que os seres humanos obtêm através dos ecossistemas e que são produzidos pelas interações dentro do próprio ecossistema (MEA, 2005). As funções dos ecossistemas podem ser referidas diversas vezes como o habitat, o sistema biológico ou processos/propriedades dos ecossistemas. Por sua vez, os bens e serviços representam os benefícios das populações e derivam, directa ou indirectamente, das funções dos ecossistemas (Costanza *et al.*, 1997). Os serviços prestados pelos

ecossistemas costeiros são de difícil quantificação, a nível absoluto, mas são de inestimável importância para a sociedade humana e para a vida na Terra. Estes incluem uma linha de defesa contra eventos extremos (como tempestades e furacões), armazenamento e reciclagem de nutrientes, manutenção da biodiversidade e oferecem também zonas de habitats altamente valorizados, bem como áreas para turismo e lazer (Martínez *et al.*, 2007).

Os ecossistemas apresentam uma vasta gama de funções e respectivos bens e serviços associados que têm vindo a ser referidos na literatura (Groot *et al.*, 2002):

Função de Regulamento: diz respeito à capacidade dos recursos naturais, e semi-naturais, para regular processos ecológicos e sistemas de suporte de vida através dos ciclos biogeoquímicos e outros processos da biosfera. Para além de promover a manutenção do ecossistema, este regulamento fornece a capacidade de prestação de muitos serviços aos seres humanos;

Função Habitat: é referente ao facto de os ecossistemas fornecerem refúgio e habitats para plantas silvestres e animais, contribuindo assim para a conservação da diversidade biológica e genética, bem como dos processos evolutivos;

Função de Produção: diz respeito ao facto da fotossíntese e a absorção de nutrientes, por parte dos autotróficos, converterem a energia, o dióxido de carbono, a água e os nutrientes numa ampla variedade de estruturas de hidratos de carbono, que por sua vez são utilizados depois pelos produtores secundários, dando origem a um leque ainda maior de biomassa viva. Esta ampla diversidade de produtos de hidratos de carbono fornece bens para o consumo humano, que vão desde alimentos a matérias-primas;

Função de Informação: tendo a evolução humana ocorrido dentro de um contexto de “habitat selvagem”, os ecossistemas naturais proporcionam uma importante função de referência, contribuindo para a manutenção dos direitos à saúde humana.

Na Tabela 2.1 são apresentadas as principais funções, bens e serviços associados aos ecossistemas. Estes são de extrema importância para as zonas costeiras, uma vez que estas possuem uma elevada diversidade de ecossistemas que possuem determinadas

função, bens e serviços que é importante preservar. De notar que, são incluídos apenas os serviços ambientais renováveis, excluindo os combustíveis não renováveis e minerais, e a atmosfera (Costanza *et al.*, 1997), ou seja, apenas os bens e serviços que possam ser utilizados numa base sustentável foram incluídos, com o objectivo de manter as funções dos ecossistemas e processos/estruturas associados (Groot *et al.*, 2002).

Deve-se ter em atenção que os processos de um dado ecossistema, e os serviços que ele possui, nem sempre mostram uma correspondência directa, por vezes, um determinado serviço pode resultar de um ou mais processos e vice-versa (Groot *et al.*, 2002). Por exemplo, a função “Controlo de gases” é baseada em processos biogeoquímicos (como o ciclo do carbono e o ciclo do oxigénio) que controlam a qualidade do ar, mas que também influenciam o efeito estufa e, assim sendo, regulam também o “Controlo climático” (Groot *et al.*, 2002).

**Tabela 2.1 – Serviços e funções dos ecossistemas**  
(Baseado em: Costanza *et al.* (1997) e Groot *et al.* (2002))

		<b>Funções dos ecossistemas</b>	<b>Processos dos ecossistemas associados a cada função</b>	<b>Bens e Serviços (exemplos)</b>
<b>Função de Regulação</b>	<b>1</b>	Controlo de gás	Controlo da composição química da atmosfera	Equilíbrio CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> e O <sub>3</sub> para a protecção UVB e níveis de SOx
	<b>2</b>	Controlo climático	Controlo da temperatura global, da precipitação e de outros processos climáticos a nível local e global	Controlo dos gases com efeito estufa, afectando a produção de sulfureto dimetilo (que podem iniciar a formação de nuvens)
	<b>3</b>	Controlo de distúrbios	Capacidade eléctrica, de amortecimento e de integridade dos ecossistemas como resposta às variações ambientais	Protecção contra tempestades, controlo de enchentes, recuperação de secas (...)
	<b>4</b>	Controlo da água	Controlo dos fluxos hidrológicos	Abastecimento de água para fins agrícolas (tais como irrigação) ou industrial (tais como moagem), processos ou transporte
	<b>5</b>	Abastecimento de água	Armazenamento e conservação da água	Abastecimento de água através de bacias hidrográficas, reservatórios e aquíferos
	<b>6</b>	Controlo da erosão e retenção de sedimentos	Retenção do solo dentro de um ecossistema	Prevenção da perda de solo através do vento, escoamento superficial, ou outros processos de remoção, armazenamento de palafitas em lagos e zonas húmidas
	<b>7</b>	Formação de solos	Processo de formação de solos	Desintegração das rochas e acumulação de material orgânico
	<b>8</b>	Ciclo dos nutrientes	Armazenamento, processamento do ciclo e aquisição de nutrientes	Fixação de azoto, fósforo e outros elementos ou ciclos de nutrientes
	<b>9</b>	Tratamento de resíduos	Recuperação de nutrientes móveis e remoção, ou repartição, de nutrientes em excesso	Tratamento de resíduos, controle de poluição, desintoxicação
	<b>10</b>	Polinização	Movimentos dos gâmetas (nas flores)	Provisionamento de polinizadores para a reprodução das plantas
	<b>11</b>	Controlo biológico	Controlo trófico da dinâmica das populações	Controlo de predadores, redução dos herbívoros
<b>Função Habitat</b>	<b>12</b>	Refugio	Habitat para as populações residentes e transitórias	Viveiros, habitat para espécies migratórias, habitats para espécies recolhidas localmente, hibernação
<b>Função de Produção</b>	<b>13</b>	Produção de alimentos	Parte da produção primária bruta extraível como alimento	Caça, colheitas, agricultura, pesca
	<b>14</b>	Matérias-primas	Parte da produção primária bruta extraível como matéria-prima	Produção de combustível, lenha ou forragem
	<b>15</b>	Recursos genéticos	Fonte de materiais e produtos biológicos	Medicina, genes para resistência a patogénicos e pragas, animais de estimação
<b>Função de Informação</b>	<b>16</b>	Recreação	Oportunidades para actividades recreativas	Ecoturismo, pesca desportiva, outras actividades recreativas ao ar livre
	<b>17</b>	Cultura	Oportunidades para usos não comerciais.	Estético, artístico, espiritual, educacional ou valores científicos dos ecossistemas

## **2.4. Valores ambientais dos ecossistemas costeiros**

Os ecossistemas são de extrema importância uma vez que oferecem benefícios para as gerações actuais e para as gerações futuras, sendo necessária a sua gestão de forma sustentável e protegida (Brenner *et al.*, 2010). Os ecossistemas costeiros, assim como os ecossistemas em geral, possuem um elevado valor, quer ao nível ecológico, quer económico ou social (Martínez *et al.*, 2007) e assim sendo, a erosão da costa é um processo importante que pode originar perdas nesses ecossistemas (Alves *et al.*, 2009; Roebeling *et al.*, 2011). Quando comparados o valor dos ecossistemas costeiros com o valor total dos ecossistemas é realçada a relevância da zona costeira. Aproximadamente 77% do valor dos serviços dos ecossistemas para todo mundo dizem respeito a ecossistemas costeiros, incluindo os naturais (terrestres e aquáticos) e os transformados pelo Homem (Martínez *et al.*, 1997).

Segundo Martínez *et al.* (1997), o valor anual dos ecossistemas da zona costeira Portuguesa equivale a cerca de 1.200 milhões de euros por ano (ecossistemas naturais, alterados e semi-alterados). Na zona central de Portugal, o valor anual dos ecossistemas costeiros equivale a 193m€/ano, prevendo-se uma diminuição nos valores anuais desses ecossistemas de cerca de 25% entre 2000 e 2058 (Alves *et al.*, 2009). Mais de 95% dessas perdas podem ser associadas à erosão de Praias, dunas e areias (Alves *et al.*, 2009).

Para além da necessidade de uma gestão sustentada dos ecossistemas, é também importante o mesmo mecanismo para a ocupação e usos do solo. Segundo a RCM (n.º 82/2009), a zona costeira sofre uma enorme vulnerabilidade, possui um equilíbrio frágil e uma dinâmica muito complexa, colocando-se grandes desafios à sua gestão integrada, obrigando a medidas sustentáveis que previnam, ou reduzam, o impacto negativo. Neste sentido é importante promover modelos adequados de ocupação e uso do solo. É fundamental conhecer a evolução da linha de costa, delimitando as zonas de maior sensibilidade e onde deverão ser associadas normas regulamentares

de uso e transformação do solo em consonância com as suas características e respectivas capacidades de carga.

O uso do solo está fortemente relacionado com os ecossistemas, o que significa que quando ocorrem perdas nas ocupações e usos do solo ocorrem, também, perdas ao nível do ciclo normal dos ecossistemas. Entre 1990 e 2000 houve um aumento dos Territórios Artificializados no litoral de quase todos os países europeus, devido, em grande parte, à reestruturação económica, que foi um motor para o desenvolvimento de infra-estruturas e consequentemente a expansão urbana. Portugal foi o país da Europa onde se verificou um maior aumento, 34%, seguido pela Irlanda (28%) e pela Espanha (17%) (EEA, 2006).

## **2.5. Estudos económico-ambientais da valoração da erosão costeira**

A crescente preocupação com a problemática da erosão costeira, tem potenciado a realização de vários estudos económico-ambientais, quer a nível mundial quer a nível de Portugal. Estes estudos foram efectuados a diferentes escalas espaciais (local, regional e mundial) e temporárias (curto, médio e longo prazo), em que uns recaem sobre as perdas ambientais e outros abordam questões relacionadas com obras efectuadas de forma a minimizar esta problemática. Apesar disso, todos abordam o processo de erosão costeira.

Vários estudos analisam a evolução histórica da zona costeira e/ou a evolução desta temática no futuro (ver Eurosion 2006; EEA 2006), outros estudos avaliam os valores dos serviços dos ecossistemas costeiros (por exemplo, Costanza *et al.*, 1997; Martínez *et al.*, 2007; Brenner *et al.*, 2010). No entanto, verifica-se que poucos estudos estimam as perdas nos valores dos ecossistemas devido aos processos de erosão costeira.

Os estudos que avaliam o impacte económico-ambiental da erosão costeira são aplicados, sobretudo, numa escala regional (Fankhauser, 1994; Nicholls e Hoozemans, 1996; Darwin e Tol, 2001; Bosello *et al.*, 2006). No entanto, apresentam como

desvantagem o facto de descurar detalhes espaço-económico-ambientais numa escala local, ocorridos num determinado período de tempo, para obter um conjunto de dados economicamente consistentes (Knogge *et al.*, 2004). Por outro lado, verifica-se que são poucos os estudos que aplicam abordagens ao nível local e que, portanto, tomam em consideração estes detalhes espaço-económico-ambientais (Alves *et al.*, 2009; Roebeling *et al.*, 2011). No entanto, todos estes estudos avaliam, invariavelmente, o impacte económico-ambiental da erosão costeira futura.





## Capítulo 3. Caso de estudo

---

Este terceiro Capítulo apresenta o local de estudo escolhido para este trabalho – a zona costeira de Portugal continental. Seguidamente irá abordar o enquadramento legal relativamente às zonas costeiras, bem como, explicar de um modo geral os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) e o Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS).

### 3.1. Local de estudo

Portugal situa-se na zona sudoeste da Europa, mais concretamente na zona este da Península Ibérica. Do território português faz parte a zona continental, delimitada a norte e a leste por Espanha e a sul e a oeste pelo Oceano Atlântico, e as regiões autónomas, ou seja, os arquipélagos dos Açores e da Madeira. Uma vez que este trabalho recai sobre a zona costeira de Portugal continental, é esta parte do país que será descrita neste subcapítulo, não dando ênfase às ilhas dos Açores e da Madeira.

A linha de costa portuguesa possui cerca de 1.187km (RCM n.º 82/2009), e sofre de recuos que variam entre 0,02 e 9,0 m/ano (DGA, 2005). Como se pode verificar na Figura 3.1 e Tabela 3.1, as Regiões Centro e Norte do país devem ser fonte de elevada preocupação uma vez que possuem as taxas de recuo mais elevadas. As praias do Furadouro (em Ovar) e as praias da Costa Nova – Vagueira (entre Ílhavo e Vagos) são as que apresentam um recuo mais acentuado relativamente às restantes, respectivamente, 9 e 8 m/ano (o equivalente a cerca de 1.500ha perdidos). De seguida, as praias de Ofir mostram um recuo de, aproximadamente, 2 m/ano – as praias nas restantes zonas manifestam recuos de menos de 1 m/ano.

Uma análise realizada pelo INAG (DGA, 2005) confirma que uma das zonas com intensos problemas relativamente ao risco de erosão é no troço entre a Foz do Douro e a Nazaré (Figura 3.1). Neste troço existe um intenso e generalizado processo erosivo, sendo a costa arenosa, com escassa alimentação aluvionar, objecto de episódios de agitação marítima severa. São de salientar os sectores Espinho – Ovar e Aveiro – Areão, onde foram construídos extensos campos de esporões e defesas frontais.

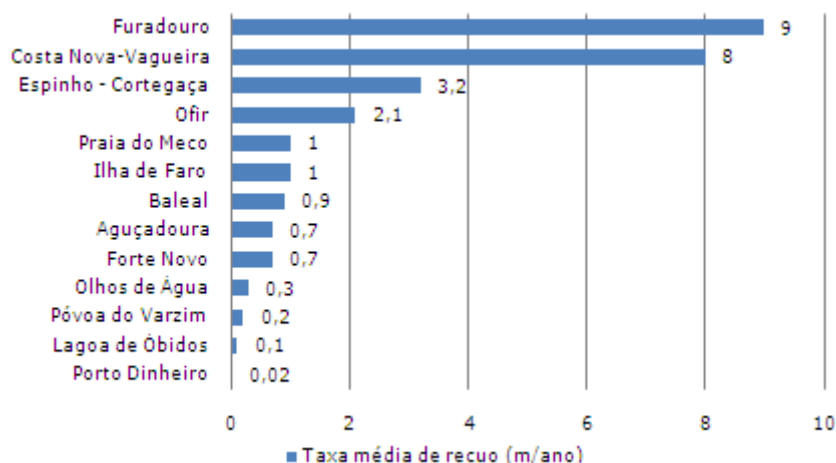


Figura 3.1 – Taxa média de recuo em algumas áreas do litoral de Portugal continental  
(Fonte: DGA, 2005)

A zona de Esposende/Ofir (DGA, 2005; Figura 3.1; Tabela 3.1) apresenta também elevados riscos de erosão. O litoral de Esposende é bastante heterogéneo morfologicamente, predominando as praias arenosas a sul e as praias de seixos a norte (Loureiro, 2006) e possui um forte cordão dunar, fundamental para o equilíbrio da posição da linha de costa (POGPNLN, 2007). Ao longo das praias pode-se encontrar o estuário, a foz do Rio Cávado e a desembocadura do rio Neiva, assim como a foz de pequenos cursos de água (Peralto, Redonda e Ramalha) que rompem o cordão dunar, principalmente durante os períodos de maior caudal (Loureiro, 2006). O processo erosivo é atenuado em direcção a Esposende devido à influência do esporão Norte da embocadura do rio Cávado (POGPNLN, 2007). Algumas das consequências directas da construção dos esporões é o facto de haver diminuição de praias e dunas, o aumento da vulnerabilidade de áreas construídas depois dos principais impactes da erosão serem notados (principalmente na zona de Ofir) e o facto de ocorrer alagamento e perda de áreas cultiváveis com água salgada (Veloso-Gomes, 2004).

Tendo como base a Figura 3.1, as estimativas de perdas nos usos do solo devido aos processos de erosão costeira são de cerca de 2.600ha (Tabela 3.1). O trecho entre Costa Nova e Vagueira apresentam os valores mais elevados de área perdida (mais de 1.000ha), seguido da praia do Furadouro e do trecho Espinho-Cortegaça com mais de 400ha perdidos. A ilha de Faro possui 210ha perdidos e a zona de Ofir cerca de 110ha. Nos restantes locais em estudo foram perdidos menos de 50ha. De notar que os locais onde se verificaram mais perdas, a nível de área, situam-se na zona centro de Portugal, mais concretamente no distrito de Aveiro (mais de 2000ha).

Um estudo levado a cabo por Barbosa (2003) dividiu o trecho Espinho-Ovar em oito sectores (de acordo com o comportamento dos processos de erosão) mostrando que foram perdidos cerca de 225ha ao longo deste trecho. Estas perdas verificadas por Barbosa (2003) variam um pouco das verificadas pelo estudo efectuado pelo INAG (DGA, 2005), para o mesmo local, sendo respectivamente cerca de 200ha e 400ha. Tendo sido as metodologias usadas diferentes, existe assim uma dificuldade relativamente à comparação directa entre estes valores, no entanto, em ambos os casos é verificada a presença de uma perda de área significativa ao longo da linha de costa nesta zona.

**Tabela 3.1 – Estimativas de perdas nos usos do solo devido à erosão costeira  
(Baseado em: DGA, 2005)**

Local	Trecho		Período	Recuo	Área perdida
	(km)	(m)	(anos)	(m/ano)	(ha)
Furadouro	2,5	25000	1975-1996	9	472,5
Costa Nova - Vagueira	6,75	67500	1975-1996	8	1134,0
Espinho - Cortegaça	7,25	72500	1975-1996	3,2	487,2
Ofir	2,5	25000	1975-1996	2,1	110,3
Praia do Meco	2,25	22500	1975-1996	1	47,3
Ilha de Faro	10	100000	1975-1996	1	210,0
Baleal	2,5	25000	1975-1996	0,9	47,3
Aguçadoura	2,5	25000	1975-1996	0,7	36,8
Forte - Novo	2	20000	1975-1996	0,7	29,4
Olhos de Água	2,5	25000	1975-1996	0,3	15,8
Póvoa de Varzim	5	50000	1975-1996	0,2	21,0
Lagoa de Óbidos	3	30000	1975-1996	0,1	6,3
Porto Dinheiro	2	20000	1975-1996	0,02	0,8
Total					2618,5

A zona menos vulnerável ao risco de erosão é no trecho que vai de Vilamoura à foz do Guadiana, sendo que na parte ocidental (de Vilamoura) o recuo das arribas se deve essencialmente à construção da marina de Vilamoura e às obras de defesa na Quarteira. Os problemas erosivos que se fazem sentir, no litoral arenoso que se estende para Este de Faro, são devidos sobretudo à ocupação humana feita no passado e que permanece sobre este estreito cordão de areia (SIDS, 2007).

Como já foi referido o trecho entre o Douro e a Nazaré é o que apresenta um maior risco de erosão, seguido do trecho entre Caminha e o Douro. É nestes dois trechos que se apresentam os dois Casos analisados como exemplo nesta Dissertação, sendo eles o Caso 1 – Região da Ria de Aveiro e o Caso 2 – Região de Esposende (Figura 3.2).

A costa continental portuguesa possui diversos habitats naturais ricos, com particular relevo para espécies da fauna, destacando neste acaso a avifauna (RCM n.º 82/2009; ver Capítulo 2.3). Estes contêm uma grande variedade de ecossistemas, que por sua vez possuem funções e serviços associados que podem ser perdidos devido ao processo de erosão costeira (Alves *et al.*, 2009). Segundo Martínez *et al.* (2007), Portugal faz parte do grupo de países que possui maior percentagem de ecossistemas naturais e menor percentagem de ecossistemas alterados e semi-alterados. Os ecossistemas naturais representam um valor de cerca de 806 milhões de euros por ano (67% do total) e os ecossistemas alterados e semi-alterados cerca de 407 milhões de euros por ano (33%; Martínez *et al.*, 2007).

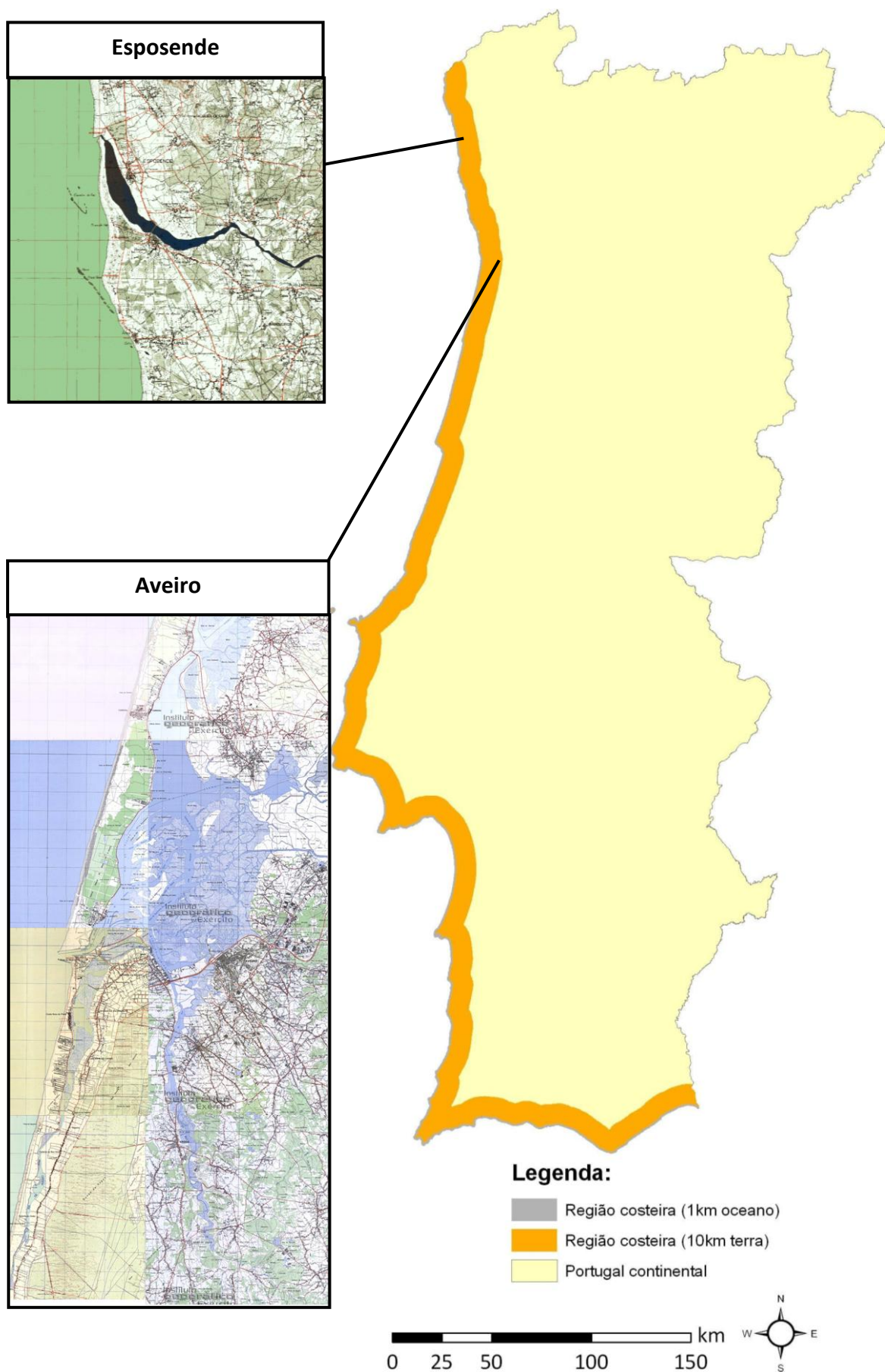


Figura 3.2 – Portugal continental e localização dos exemplos de Aveiro (Caso 1) e Esposende (Caso 2).

Em comparação, verifica-se que a Europa possui cerca de 94% de ecossistemas naturais (com valor na ordem dos 398 mil milhões de euros) e 6% representam os ecossistemas modificados (com cerca de 27 mil milhões de euros; Martínez *et al.*, 2007). Comparando ainda com o valor dos ecossistemas a nível mundial, estes mostram-se com uma percentagem muito semelhante aos valores dos ecossistemas europeus. A nível de ecossistemas naturais, a nível mundial, possui cerca de 96% (valor na ordem dos 2.330 mil milhões de euros) e 4% de ecossistemas modificados (cerca de 107 mil milhões de euros) (Tabela 3.2). Na Europa, e falando de ecossistemas não naturais, verifica-se que cerca de 53% são semi-alterados, face aos ecossistemas alterados (47%), no Mundo verifica-se uma ligeira diferença, possuem mais valor os ecossistemas alterados (55% do valor) face aos 45% dos ecossistemas semi-alterados.

**Tabela 3.2 – Valores dos ecossistemas costeiros a nível mundial, europeu e a nível de Portugal**  
(Fonte: Martínez *et al.*, 2007)

País	Valor ecossistemas (m€/ano)			
	Naturais	Semi-alterados	Alterados	Total
<b>Portugal</b>	806,20	263,84	143,49	1.213,53
<b>Europa</b>	398.419,65	14.644,32	12.790,73	425.854,71
<b>Mundo</b>	2.330.898,04	48.251,80	59.681,45	2.438.831,29

### 3.2. Enquadramento legal

São inúmeras as iniciativas legislativas nacionais e internacionais sobre a zona costeira. Em Portugal, a gestão da zona costeira possui um conjunto de instrumentos de ordenamento e gestão do território, que podem ser de natureza vinculativa ou possuir um carácter orientador. Alguns dos documentos legais considerados mais importantes para a gestão da zona costeira são:

- DL n.º 468/71 de 5 de Novembro – “Revê, actualiza e unifica o regime jurídico dos terrenos do domínio público hídrico”;
- DL n.º 302/90 de 26 de Setembro – “Estabelece os princípios a que deve obedecer a ocupação, uso e transformação da faixa costeira”;

- DL n.º 309/93 de 2 de Setembro – “Regula a elaboração e aprovação dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC)”;
- DL n.º 45/94 de 22 de Fevereiro – “Regula o processo de planeamento de recursos hídricos e a elaboração e aprovação dos planos de recursos hídricos”;
- DL n.º 151/95 de 24 de Junho – “Regula a elaboração dos Planos Especiais de Ordenamento do Território (PEOTs), onde se incluem os POOCs”;
- RCM n.º 86/98 de 10 de Julho – “Aprova as linhas de orientação do Governo relativas à estratégia para a orla costeira portuguesa”;
- Directiva 2000/60/CE – “Estabelece um enquadramento de acção comunitária no domínio da política da água”;
- RCM n.º 152/2001 de 11 de Outubro – “Aprova a existência de uma estratégia nacional de conservação da natureza e da biodiversidade (ENCNB)”;
- Recomendação n.º 2002/413/CE de 30 de Maio – “Indica os princípios gerais e as opções para uma estratégia de gestão integrada de zonas costeiras na Europa”;
- Lei n.º 58/2007 de 4 de Setembro - Aprova o PNPOT, que estabelece as grandes opções com relevância para a organização do território nacional”;
- RCM n.º 82/2009 de 8 de Setembro – “Aprova a estratégia nacional para a gestão integrada da zona costeira (ENGIZC)”.

No âmbito da erosão costeira, o Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) e o Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) desempenham papéis importantes. O primeiro tem como principal objectivo orientar, melhorar e gerir o desenvolvimento de actividades específicas da orla costeira (Gamito, 2006). O segundo tem como finalidade avaliar e descrever a evolução da sustentabilidade do país, contribuindo assim para uma melhor gestão do desempenho ambiental, económico e institucional (APA, 2011).

### **3.2.1. Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC)**

De acordo com a legislação em vigor, os POOC são considerados Planos Especiais de Ordenamento do Território (PEOT; RCM n.º 25/99). Surgem como instrumentos

enquadradores que podem conduzir a uma melhoria, valoração e gestão dos recursos presentes no litoral.

Os POOC têm em consideração a protecção e integridade biofísica do espaço, assim como a valoração dos recursos existentes e a conservação dos valores ambientais e paisagísticos. Neste sentido os POOC delimitam faixas de restrição específica que traduzem a influência da erosão costeira, nomeadamente designadas pela barreira de protecção e a zona de risco. Relativamente aos ecossistemas, os POOC interditam as ações que impliquem a alteração negativa da estabilidade destes.

Dos 9 POOC estabelecidos (ver Figura 3.3), 6 troços foram desenvolvidos pelo INAG, sendo eles: i) Caminha – Espinho, ii) Ovar – Marinha Grande, iii) Alcobaça – Mafra, iv) Cidadela – São Julião da Barra, v) Sado – Sines, e vi) Burgau – Vilamoura. Os restantes 3 troços, por corresponderem maioritariamente a áreas que integram a rede nacional de áreas protegidas, foram da responsabilidade do Instituto da Conservação da Natureza (ICN): i) Sintra – Sado, ii) Sines – Burgau, e iii) Vila Moura – Vila Real de Stº António.

Este estudo poderá fornecer alguns contributos para a revisão dos POOCs uma vez que permite ter uma noção das perdas ocorridas na região costeira, nomeadamente a nível da ocupação e usos do solo e dos valores dos ecossistemas perdidos devido à erosão costeira. Esta informação permite que haja um melhor planeamento ao nível da protecção da orla costeira, tendo em conta os processos de erosão costeira assim como os processos de artificialização/litoralização.



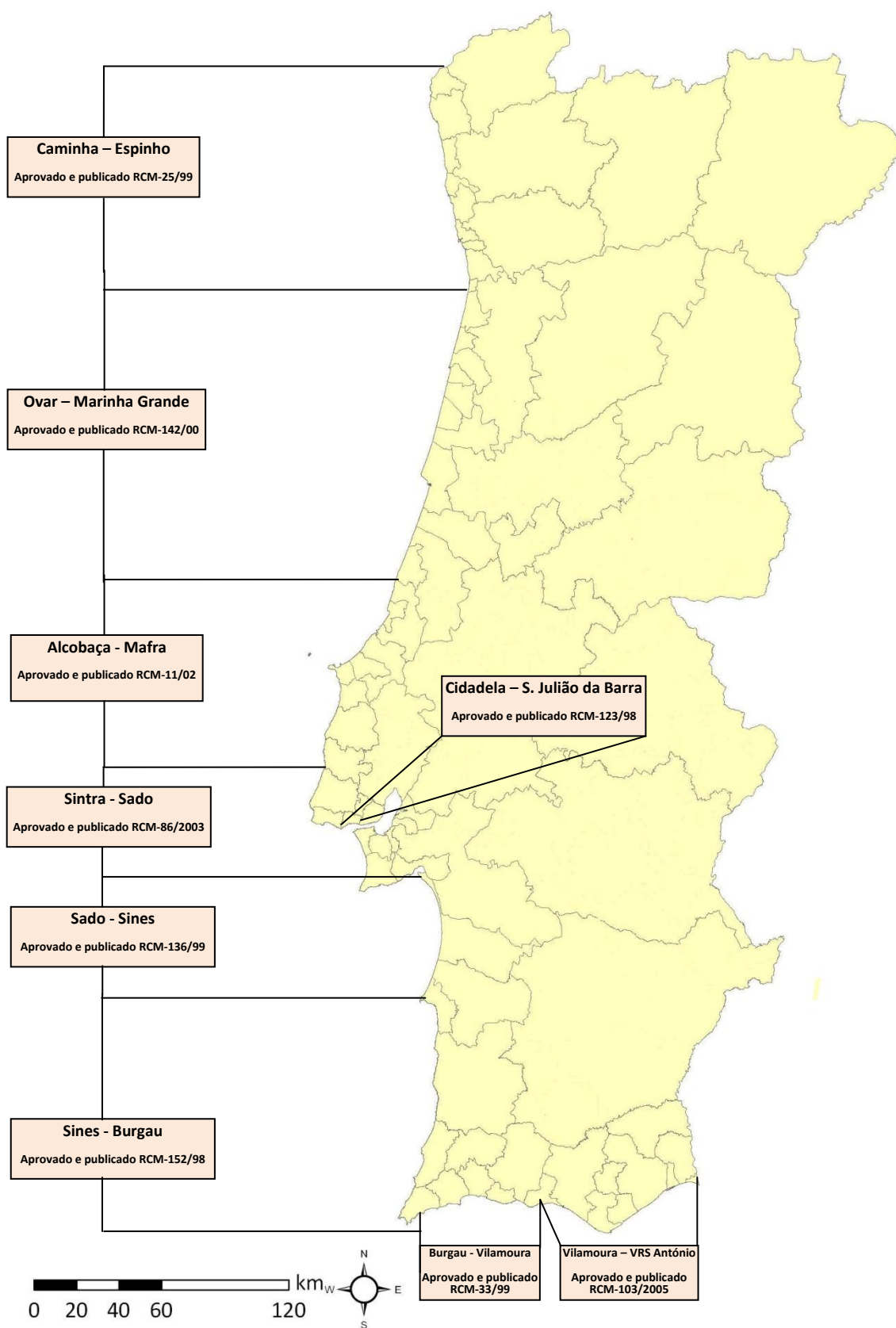


Figura 3.3 – Plano de Ordenamento da Orla Costeira  
(Adaptado de: INAG, 2011b)

### 3.2.2. Sistemas de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS)

O SIDS é um instrumento que pretende dar resposta às necessidades de avaliar e descrever a evolução da sustentabilidade do país, contribuindo assim para um melhor desempenho desta a nível ambiental, económico, social ou institucional (APA, 2011).

Estes indicadores podem ser considerados parâmetros, que são divididos em quatro categorias (ambientais, económicos, sociais e institucionais), tendo a sua utilização vindo a ser cada vez mais comum. Estes permitem resumir a informação de carácter técnico e científico, de forma a que a sua transmissão seja efectuada de uma forma mais sintética, facilitando a utilização desta informação por parte de decisores, gestores, políticos ou publico em geral (APA, 2011).

No âmbito deste estudo, os indicadores mais relevantes são: indicador n.º 50, indicador n.º 56, indicador n.º 69 e o indicador n.º 77 (SIDS, 2007).

- O indicador n.º 50 aborda *Espécies de fauna e de flora ameaçadas*. Este indicador tem como principal objectivo impedir a perda da biodiversidade na UE e contribuir para uma redução desta a nível mundial, até 2010. Sumariamente diz que os peixes dulciaquícolas e migradores são aqueles que apresentam uma percentagem mais elevada de entidades classificadas em categorias de ameaça ou quase ameaçadas (69%), seguindo-se-lhes as aves (40%), os répteis (32%), os mamíferos (26%) e os anfíbios (19%).
- O indicador n.º 56 aborda *A evolução da linha de costa*. O principal objectivo deste indicador é promover uma gestão integrada e sustentável dos recursos naturais das zonas costeiras, protegendo e valorizando as áreas sensíveis. Para tal é importante a requalificação da ocupação urbana nas zonas costeiras de forma a antecipar eventuais riscos associados à erosão. Sumariamente, este indicador apresenta as zonas Centro e Norte de Portugal continental como as mais afectadas pelos processos de erosão costeira (ver Secção 3.1), apresentando os valores mais elevados nas taxas de recuo e colocando Portugal como sexto país da Europa que mais sofre com a erosão costeira.

- O indicador n.º 69 aborda a *Intensidade Turística*. Este indicador é importante neste estudo uma vez que o Plano Estratégico Nacional de Turismo (PENT) tem como objectivo transformar Portugal num dos destinos turísticos de maior crescimento da Europa, promovendo o desenvolvimento sustentável do mesmo. Neste sentido é importante ter em atenção que o maior pico de actividade turística em Portugal é nos meses de Verão, onde os turistas se concentram principalmente nas zonas costeiras.
- O indicador n.º 77 aborda a *Ocupação e uso do solo*. Este indicador tem como principal objectivo promover as políticas de gestão e utilização sustentável dos solos que evitem a dispersão urbana e reduzam a impermeabilização dos solos. Aqui, são descritas as percentagens de ocupação de uso do solo em Portugal continental.

Este estudo poderá também contribuir para o SIDS uma vez que faz uma combinação de alguns dos vários indicadores presentes. Neste sentido contribui para o indicador n.º 50 (*Espécies de fauna e de flora ameaçadas*) uma vez que, devido ao processo de erosão costeira existe também perda de biodiversidade na zona costeira e consequentemente perdas a nível de fauna e flora. O indicador n.º 56 (*A evolução da linha de costa*) é de extrema importância para este estudo. Isto acontece porque o recuo, ou avanço, da linha de costa implica o aumento, ou perda, em Praias, dunas e areias, o que está directamente ligado aos processos de acreção e erosão costeira (que é a temática deste estudo). Este estudo é também importante a nível do indicador n.º 69 (*Intensidade Turística*) uma vez que, sendo os picos de actividade turística ligados às zonas costeiras, é importante que se tenha em atenção a capacidade de uso e de carga destas zonas costeiras, de modo a que não ocorram perdas a nível da biodiversidade. Por fim, este estudo contribui também para o indicador n.º 77 (*Ocupação e uso do solo*), uma vez que faz um levantamento sobre as ocupações e usos do solo na zona costeira de Portugal continental desde 1975 a 2006.



## Capítulo 4. Metodologia

---

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada neste trabalho. É aplicada uma abordagem económico-ambiental que combina os padrões de ocupação e uso do solo (Secção 4.1) para estimar a erosão costeira (Secção 4.2). Com técnicas de transferência de benefícios (Secção 4.3) são estimadas as perdas nos valores dos ecossistemas devido à erosão costeira (Secção 4.4). Neste capítulo são também apresentados os dois casos específicos tidos como exemplo neste estudo.

### 4.1. Identificação dos usos do solo na região costeira

De forma a efectuar a identificação da categoria do uso do solo na região costeira, é criada uma base de dados relativa à ocupação e uso do solo, com base em CORINE Land Cover (Bossard *et al.*, 2000), para os anos de 1975, 1990 e 2006. A definição da região costeira tem como base a linha de costa de 1975, a partir da qual é criada uma faixa de 10km para terra (EEA, 2006) e 1km para mar, em toda a costa continental portuguesa. Para se obter a ocupação e uso do solo na área de estudo, para os anos de 1975, 1990 e 2006, é feita uma intersecção da região costeira com os mapas CLC1975, CLC1990, e CLC2006 (EEA, 2002; IGEO, 2010a, 2010b).

A nomenclatura CLC utilizada para os vários tipos de uso do solo existentes em Portugal continental é baseada em Bossard *et al.* (2000) e é apresentada na Tabela 4.1. Esta nomenclatura diferencia três níveis. O Nível 1 é mais geral e divide os usos do solo em cinco categorias, sendo elas, Territórios artificializados, Áreas agrícolas, Florestas e meios naturais, Zonas húmidas e Massas de água. Neste estudo todos os cálculos são efectuados a um nível mais específico (Nível 3), no entanto, quando é necessário perceber de uma forma geral os valores obtidos, usa-se o Nível 1 ou o Nível 2 para a apresentação de dados.

**Tabela 4.1 – Nomenclatura CLC e respectivos códigos para a categoria dos diferentes usos do solo**  
(Baseado em: Bossard *et al.*, 2000)

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Código CLC
Territórios artificializados	Tecido urbano	Tecido urbano contínuo	111
		Tecido urbano descontínuo	112
	Indústria, comércio e transportes	Indústria, comércio e equipamentos gerais	121
		Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	122
		Áreas portuárias	123
		Aeroportos e aeródromos	124
	Áreas em construção, de extracção, e de deposição de resíduos	Áreas de extracção de inertes	131
		Áreas de deposição de resíduos	132
		Áreas em construção	133
	Zonas verdes ordenadas	Espaços verdes urbanos	141
		Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas	142
Áreas agrícolas	Culturas anuais	Culturas temporárias de sequeiro	211
		Culturas temporárias de regadio	212
		Arrozais	213
	Culturas permanentes	Vinhas	221
		Pomares	222
		Olivais	223
	Pastagens	Pastagens permanentes	231
	Áreas agrícolas heterogéneas	Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes	241
		Sistemas culturais e parcelares complexos	242
		Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	243
		Sistemas agro-florestais	244
Florestas e meios semi-naturais	Florestas	Florestas de folhosas	311
		Florestas de resinosas	312
		Florestas mistas	313
	Vegetação arbustiva e herbácea	Vegetação herbácea natural	321
		Matos	322
		Vegetação esclerófila	323
		Florestas abertas, cortes e novas plantações	324
	Zonas descobertas e com pouca vegetação	Praias, dunas e areais	331
		Rocha nua	332
		Vegetação esparsa	333
		Áreas ardidas	334
		Neves eternas e glaciares	335
Zonas húmidas	Zonas húmidas interiores	Pauis	411
		Turfeiras	412
	Zonas húmidas costeiras	Sapais	421
		Salinas e aquicultura litoral	422
		Zonas entre-marés	423
Massas de água	Águas interiores	Cursos de água	511
		Planos de água	512
	Águas marinhas	Lagoas costeiras	521
		Desembocaduras fluviais (estuários)	522
		Oceano	523

## **4.2. Estimativa da erosão costeira**

Os padrões da erosão costeira, e as perdas associadas nos usos do solo no litoral português, são obtidos pela intersecção da carta de ocupação e uso do solo para 1975 com as cartas de ocupação e uso do solo para 1990 e 2006. Quando qualquer um dos usos do solo é convertido na categoria do uso do solo “Oceano” (com o código 523), encontra-se perante o processo de erosão costeira. Do mesmo modo, quando a categoria do uso do solo “Oceano” é convertida em qualquer uma das outras categorias de uso do solo, encontra-se perante o processo de acreção.

Para além do estudo a nível de Portugal continental, é feita referência a dois casos específicos – um na região da Ria de Aveiro (Caso 1) e outro na região de Esposende (Caso 2). Nestes dois casos, de forma a confirmar a evolução da linha de costa e a correspondente erosão/acreção costeira nas duas áreas, foram digitalizados e intersectadas as respectivas cartas militares série M888 (escala 1:25000) para diferentes anos (SCE, 1952a, 1952b, 1952c, 1974, 1975, 1997a, 1997b, 2001), para as regiões da Ria de Aveiro e Esposende. Neste sentido, estes dois casos de estudo têm como finalidade verificar a viabilidade das abordagens aplicadas a Portugal continental, fazendo uma comparação entre a análise obtida através das cartas CLC e das cartas militares.

## **4.3. Valoração dos ecossistemas costeiros**

O valor anual dos serviços dos ecossistemas pode ser estimado usando o método de Transferência de Benefícios (TB), que é uma ferramenta de valoração económica que aplica valores estimados num local (*study sites*) para outros locais semelhantes (*policy sites*) e para o qual não há valores estimados (Brouwer, 2000). Neste processo, são adaptadas e aplicadas as estimativas que melhor se ajustem ao novo contexto. Para tal pode usar-se um ou mais dos métodos TB (Downing *et al.*, 2006):

- i) A transferência das estimativas de benefício, que envolve a extrapolação das estimativas a partir de um local para outro (os valores são directamente substituídos do *study site* para o *policy site*, sem alterações);
- ii) A transferência das funções de benefício, que envolve a transferência de funções económicas entre os *sites* (os coeficientes são usados para determinar os valores no *policy site*);
- iii) A meta-análise, que combina os resultados de todos os estudos relevantes para sintetizar o conjunto de estimativas dos benefícios;
- iv) A calibração de preferência, que usa estimativas de benefício existentes através de diferentes metodologias e as combina no sentido de desenvolver uma estimativa teórica consistente para os benefícios no *policy site*.

Neste estudo procedeu-se à aplicação do método transferência das estimativas de benefício, usando valores dos ecossistemas costeiros provenientes dos estudos efectuados por Costanza *et al.* (1997), Martínez *et al.* (2007) e Alves *et al.* (2009). Neste sentido, é realizado um ajustamento entre os diferentes biomas (Costanza *et al.*, 1997 e Martínez *et al.*, 2007) e os vários tipos de solo provenientes de CORINE Land Cover (Bossard *et al.*, 2000).

Os respectivos valores dos ecossistemas presentes na região costeira portuguesa são apresentados na Tabela 4.2. Todos os valores são convertidos em Euros de 2000, usando o deflator do Produto Interno Bruto (PIB) e a taxa de câmbio correspondente (World Bank, 2009).

Através da Tabela 4.2 verifica-se que os Territórios artificializados não têm valor ambiental, as Áreas agrícolas têm um valor ambiental entre 107 e 283€/ha/ano, as Florestas e meios naturais variam entre 175 e os 22.700€/ha/ano, as Zonas húmidas entre os cerca de 11.500 e os 22.700€/ha/ano e as Massas de água tem um valor ambiental compreendido entre cerca de 1.800 e os 26.400€/ha/ano. Tendo em conta o Nível 3, as Desembocaduras fluviais (Estuários; 522) são a categoria do uso de solo que possui um valor mais elevado (cerca de 26.000 €/ha/ano), seguido das Praias dunas e



areias (331) e dos Pauis (411) com cerca de 22.700 €/ha/ano cada, e das Lagoas costeiras (521) com cerca de 22.000 €/ha/ano.

**Tabela 4.2 – Valores anuais dos ecossistemas costeiros por categoria de uso do solo CLC**  
(em Euros de 2000; baseado em Costanza *et al.*, 1997; Bossard *et al.*, 2000; Martínez *et al.*, 2007)

Nível 3	Código	Valor (€/ha/ano)
Tecido urbano contínuo	111	0
Tecido urbano descontínuo	112	0
Indústria, comércio e equipamentos gerais	121	0
Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	122	0
Áreas portuárias	123	0
Aeroportos e aeródromos	124	0
Áreas de extracção de inertes	131	0
Áreas de deposição de resíduos	132	0
Áreas em construção	133	0
Espaços verdes urbanos	141	0
Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas	142	0
Culturas temporárias de sequeiro	211	107
Culturas temporárias de regadio	212	107
Arrozais	213	107
Vinhas	221	107
Pomares	222	107
Olivais	223	107
Pastagens permanentes	231	283
Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes	241	107
Sistemas culturais e parcelares complexos	242	107
Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	243	107
Sistemas agro-florestais	244	0
Florestas de folhosas	311	350
Florestas de resinosas	312	350
Florestas mistas	313	350
Vegetação herbácea natural	321	283
Matos	322	0
Vegetação esclerófila	323	0
Florestas abertas, cortes e novas plantações	324	175
Praias, dunas e areais	331	22.713
Rocha nua	332	0
Vegetação esparsa	333	0
Áreas ardidas	334	0
Neves eternas e glaciares	335	0
Pauis	411	22.713
Turfeiras	412	0
Sapais	421	11.588
Salinas e aquicultura litoral	422	11.588
Zonas entre-marés	423	0
Cursos de água	511	9.857
Planos de água	512	9.857
Lagoas costeiras	521	22.044
Estuários (desembocaduras fluviais)	522	26.484
Oceano	523	1.868

#### **4.4. Estimativa das perdas nos valores dos ecossistemas devido à erosão costeira**

Com base nas áreas de uso do solo na região costeira de Portugal continental para 1975, 1990 e 2006 (Secção 4.1) e nos respectivos valores anuais dos ecossistemas por hectare (Secção 4.3), é calculado o valor anual total dos ecossistemas costeiros portugueses para os respectivos anos. Isto permite avaliar a evolução dos valores dos ecossistemas costeiros, devido a todas as alterações nos usos do solo ao longo dos anos (incluindo, a artificialização/litoralização e a erosão costeira). A perda nos valores anuais dos ecossistemas, devido à erosão costeira, será calculada com base nas estimativas das perdas nos usos do solo devido à erosão costeira (Secção 4.2) e nos respectivos valores anuais dos ecossistemas por hectare (Secção 4.3).

Depois de obtidos os valores anuais dos ecossistemas (apresentados tendo em conta o *Euro de 2000*), é importante ter atenção ao Valor Actual Líquido (VAL). Este é a diferença entre todas as entradas e todas as saídas de dinheiro, devidamente actualizadas, durante a vida útil de um determinado empreendimento (Castro, 2003). No entanto, neste caso procedemos ao cálculo devido ao facto de as receitas ambientais recebidas no futuro valerem menos que as receitas ambientais recebidas hoje, já que um euro hoje vale mais que um euro dentro de um ano. (Zunido *et al.*, 2006).

O Valor Actual Líquido (VAL) do fluxo do valor anual dos ecossistemas ( $C_t$ ) durante um período de tempo considerado ( $T$ ), é calculado através da seguinte equação (Zerbe e Dively, 1994):

$$VAL = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde  $r$  é a taxa de desconto utilizada (neste caso é de 5%) e  $t$  refere-se ao ano em causa.

## Capítulo 5. Resultados e Discussão

---

De forma a realizar uma apresentação dos resultados mais clara e objectiva, este capítulo apresenta-se dividido em três secções: usos do solo para Portugal e respectivas variações (Secção 5.1); valoração dos ecossistemas (Secção 5.2.); e perdas nos valores dos ecossistemas devido ao processo de erosão costeira (Secção 5.3.). No final de cada secção é apresentada a discussão dos resultados, bem como dois casos tidos como exemplo sobre a referida temática.

### 5.1. Uso do solo na região costeira de Portugal continental

O uso do solo na região costeira de Portugal continental era, em 1975, maioritariamente representado pelas categorias Áreas Agrícolas e pelas Florestas e meios naturais, com 43,5% e 35,7%, respectivamente (Tabela 5.1; Figura 5.1). As Massas de água ocupavam cerca de 12,3% de toda a área, sendo que os Territórios artificializados e as Zonas húmidas ocupavam 5,5% e 3,0% respectivamente. Os usos do solo mais propícios à erosão costeira incluem a categoria Praias, dunas e areias (331), que representam cerca de 2% da região costeira em 1975.

Ao longo dos anos verifica-se que os Territórios artificializados registam um aumento mais significativo desde 1975 a 2006, obtendo uma subida de cerca de 7% (Figura 5.1). Os Territórios artificializados possuem em 2006 mais do dobro da área ocupada em 1975, passando de 48.000ha para cerca de 115.000ha. Dentro destes, a maior subida verificada é no Tecido urbano, mais concretamente na categoria Tecido urbano descontínuo (112; Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Uso do solo histórico (nível 3) para 1975, 1990 e 2006 para a região costeira em Portugal continental (EEA, 2002; IGEO, 2010a, 2010b)

Tipo do uso do solo		Área (ha)			Área (%)		
Nível 1	Código CLC	1975	1990	2006	1975	1990	2006
Territórios artificializados	111-112	34.475	63.135	83.043	3,9	7,2	9,4
	121-124	8.050	9.737	17.269	0,9	1,1	2,0
	131-133	1.878	3.165	4.711	0,2	0,4	0,5
	141-142	4.207	5.957	10.512	0,5	0,7	1,2
Áreas Agrícolas	211-213	113.063	83.079	82.671	12,8	9,4	9,4
	221-223	43.275	27.305	29.253	4,9	3,1	3,3
	231	901	13.219	6.677	0,1	1,5	0,8
	241-244	224.728	207.302	187.287	25,5	23,6	21,3
Florestas e meios naturais	311-313	215.561	211.715	185.003	24,5	24,1	21,0
	321-324	80.145	102.936	119.979	9,1	11,7	13,6
	331-334	19.072	15.120	16.315	2,2	1,7	1,9
Zonas húmidas	411-412	275	187	194	0,0	0,0	0,0
	421-423	26.249	21.818	21.802	3,0	2,5	2,5
Massas de água	511-512	4.241	1.662	1.715	0,5	0,2	0,2
	521-522	19.284	27.125	27.050	2,2	3,1	3,1
	523	84.839	86.783	86.764	9,6	9,9	9,9
Total		880.245	880.245	880.245	100,0	100,0	100,0

Relativamente às Áreas agrícolas, estas verificam a maior descida a nível de área ocupada. As Áreas agrícolas registaram uma descida de cerca de 9% (76.000ha), ocupando em 1975 cerca de 381.000ha sendo que em 2006 ocupavam cerca de 305.000ha. Estas eram em 1975 a maior ocupação a nível de uso de solo uma vez que ocupavam 43,5% de toda a região costeira (Figura 5.1). Maioritariamente são representadas pelas Culturas temporárias (241), Sistemas culturais (242), Agricultura com espaços naturais (243) e Sistemas agro-florestais (244) que, juntos representavam em 1975 cerca de 59% das Áreas agrícolas. Por sua vez, as Áreas agrícolas heterogêneas registaram uma diminuição de cerca de 4% em 2006 face ao ano de 1975 (Tabela 5.1).

Relativamente às Florestas e meios naturais, estas sofreram ligeiras alterações entre 1975 e 2006 (Figura 5.1). Em 1975 as Florestas e meios naturais ocupavam cerca de 314.000ha (36%), tendo aumentado em 1990 para cerca de 329.000ha e diminuído em

2006 para cerca de 321.000ha (Tabela 5.1). Verifica-se que as Florestas e meios naturais estão maioritariamente representados pelas categorias Florestas de folhosas (311), Florestas de resinosas (312) e Florestas mistas (313), cuja área diminuiu de 215.000ha em 1975 para cerca de 185.000ha em 2006. Relativamente às Praias dunas e areias (331) verifica-se que esta tipologia de uso do solo representa cerca de 5,7% das Florestas e meios naturais em 1975 (com cerca de 17.900ha) possuindo em 2006 cerca de 3,5% (com cerca de 11.000ha).

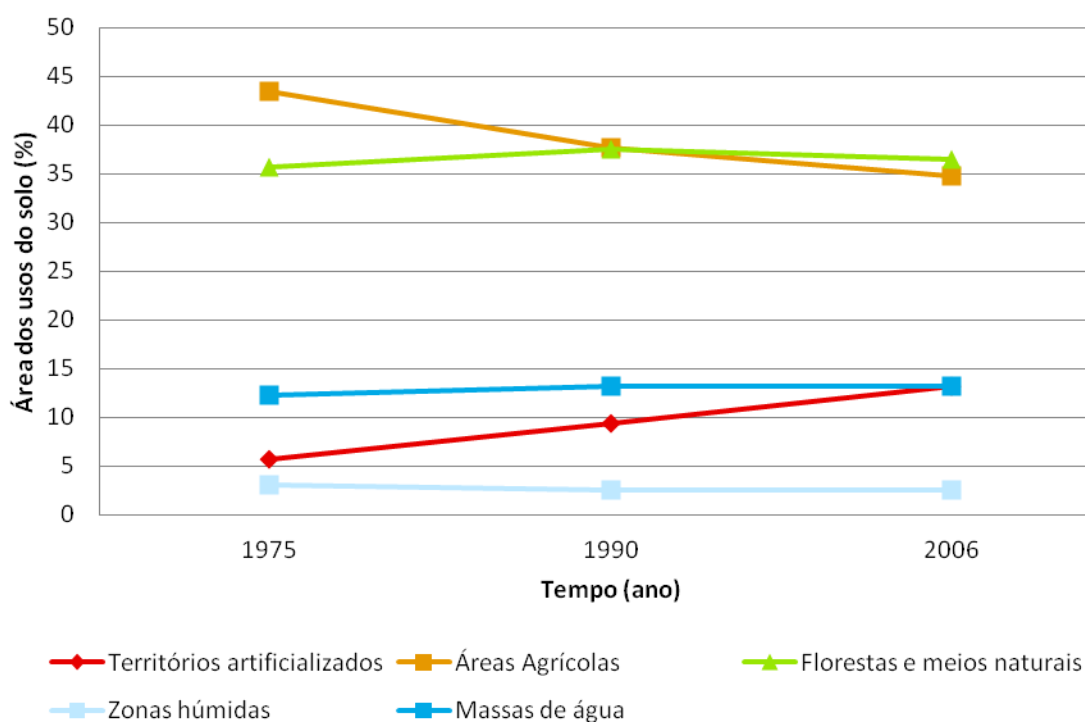


Figura 5.1 – Distribuição dos usos do solo (nível 1) para Portugal continental

As alterações ocorridas nas categorias Zonas húmidas e Massas de água não passaram 1% em cada (Tabela 5.1; Figura 5.1). No caso das Zonas húmidas regista-se uma diminuição de cerca de 5.000ha, passando de 26.000ha em 1975 para 21.000ha em 2006. Os Sapais (421) são os que possuem maior expressão nas Zonas húmidas, representando 79% destas em 1975 e 74% em 2006 (Tabela 5.1; Tabela A.1 em Anexo).

Relativamente às Massas de água verifica-se um aumento de cerca de 7.000ha, entre 1975 (108.000ha) e 2006 (115.000ha). A categoria do uso do solo Oceano (523) é a que apresenta valores mais elevados de ocupação (cerca de 85%), tendo aumentado em

área cerca de 2.000ha entre 1975 e 2006. É importante salientar as Lagoas costeiras (521) e as Desembocaduras fluviais (522), que registaram um aumento de quase 8.000ha na região costeira portuguesa desde 1975.

A Figura 5.2 apresenta as categorias dos usos do solo para Portugal continental nos anos de 1975, 1990 e 2006. Nas Figuras A.1, Figura A.2 e Figura A.3, presentes em Anexo, estão apresentadas as três imagens em separado. Através da Figura 5.2 verificam-se alterações principalmente a nível dos Territórios artificializados, que foram aumentando ao longo dos 31 anos, maioritariamente nas zonas referentes a grandes cidades (como é o caso do Porto e Lisboa) e Algarve. De igual modo verifica-se que a diminuição das Zonas agrícolas é também notória, principalmente nas áreas limite das grandes cidades e do Algarve.

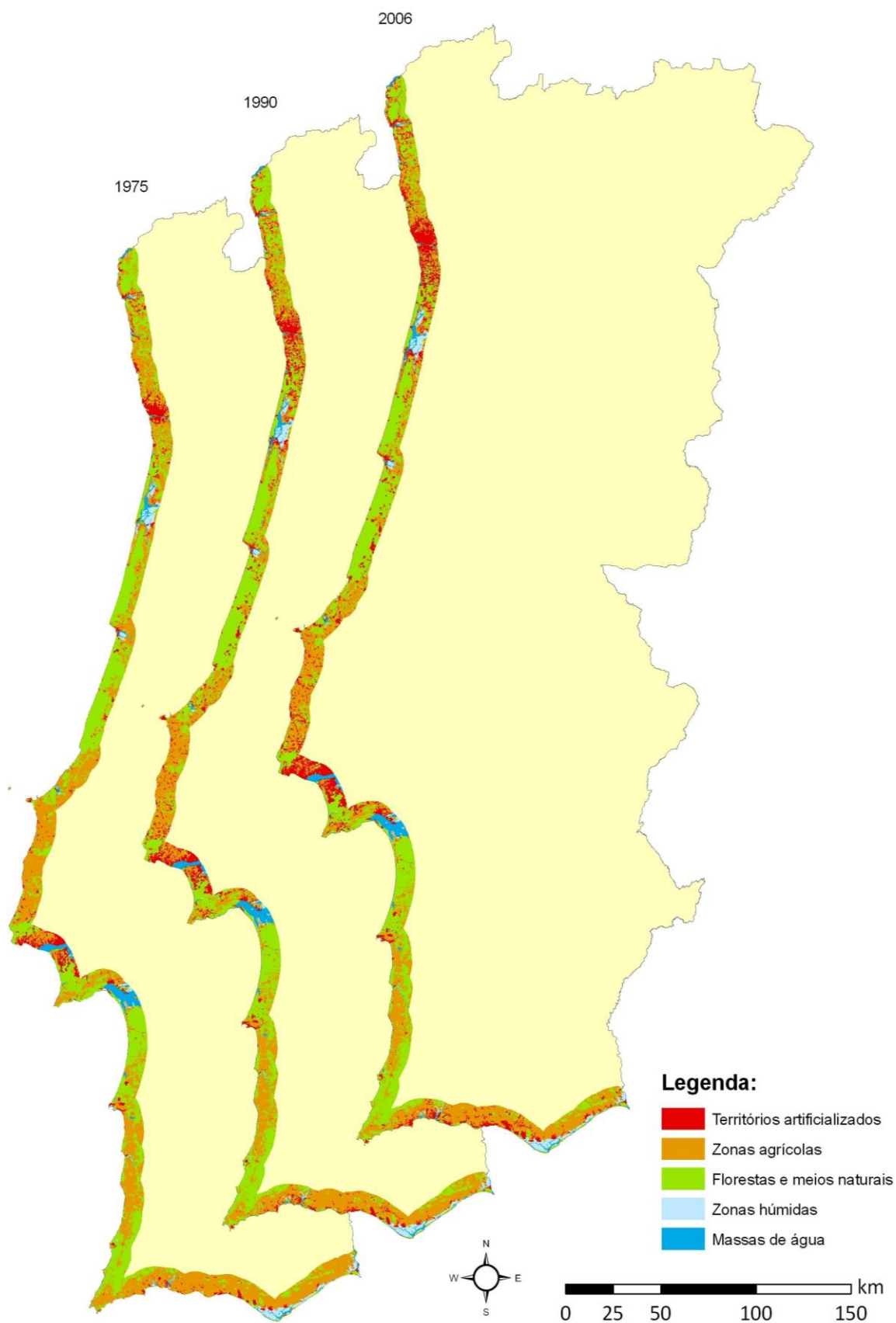
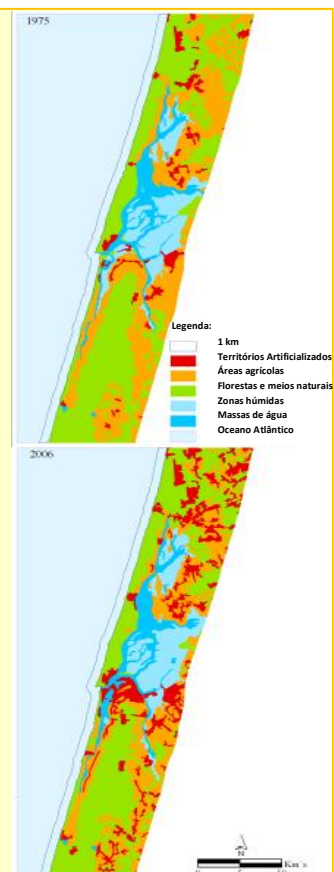


Figura 5.2 – Uso do solo (nível 1) para Portugal continental nos anos de 1975, 1990 e 2006 (EEA, 2002; IGEO, 2010a, 2010b)

### **CASO 1 - Ocupação dos usos do solo na Região da Ria de Aveiro (1975, 1990 e 2006)**

“O uso do solo no litoral da Ria de Aveiro era, em 1975, dominado pelo uso florestal/natural e agrícola com, respectivamente, ~40% e ~30% da área considerada. As zonas húmidas e massas de águas costeiras, que constituem a Ria da Aveiro, abrangeram quase 20% da área considerada – o território artificializado ocupava menos de 5%. Ao longo dos anos observa-se um forte crescimento no território artificializado, ocupando até 13% da área em 2006, às expensas das áreas agrícolas (-21%) e florestais/naturais (-8%).” (Roebeling *et al.*, 2011, pp.85).

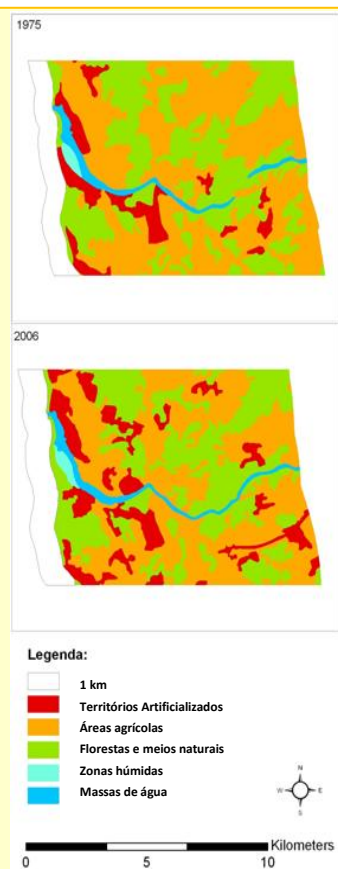
Tipo de uso do solo		Uso do solo (ha)		
Nível 1	Código CLC	1975	1990	2006
Artificiais	111-142	2,690	7,481	8,834
Agrícolas	211-213	17,386	12,005	11,906
	231	133	275	285
	241-244	2,972	4,019	4,034
Florestas e meios naturais	311-313	20,369	21,444	18,081
	321-324	3,115	3,002	5,281
	331	3,106	1,255	1,157
Zonas húmidas	421	5,854	6,492	6,306
	422	1,392	907	975
Massas de água	521-522	5,133	5,134	5,134
	Oceano	6,290	6,426	6,447
Total		68,440	68,440	68,440



### **CASO 2 - Ocupação dos usos do solo na Região de Esposende (1975, 1990 e 2006)**

O uso do solo no litoral de Esposende era, em 1975, dominado pelas Áreas agrícolas e Florestal/meios naturais, com respectivamente, 47% e 33% da área considerada. As Zonas húmidas abrangem cerca de 12% e os Territórios artificializados cerca de 7%, por sua vez as Massas de água ocupam menos de 1% do território. Ao longo dos anos verifica-se um forte crescimento nos Territórios artificializados, ocupando em 2006 quase 13%, face à descida das Áreas agrícolas (menos cerca de 5%) e das Florestas/meios naturais (menos 1%).

Tipo de uso do solo		Uso do solo (ha)		
Nível 1	Código CLC	1975	1990	2006
Artificiais	111-142	675	1.106	1.210
Agrícolas	211-212	16	571	571
	221	2.262	41	41
	241-243	2.145	3.401	3.375
Florestas e meios naturais	312-313	3.022	2.849	2.721
	324	0	146	0
	331	135	115	115
Zonas húmidas	334	0	0	195
	421	0	59	59
Massas de Água	423	51	0	0
	511	268	101	101
	522	0	167	167
Oceano		851	871	871
Total		9.427	9.427	9.427





**Discussão:** Os resultados mostram que a região costeira de Portugal continental é maioritariamente representada pelas categorias Áreas agrícolas (43,5%) e Florestas e meios naturais (35,7%), em 1975. Segundo Caetano *et al.* (2005), em 2000 verifica-se que as Áreas agrícolas e as Florestas representam cerca de 70% das ocupações e usos do solo em Portugal, o que mostra que a região costeira, a par do que se passa em Portugal, possui maioritariamente usos do solo referentes às Áreas agrícolas e Florestas.

Portugal é dos países da Europa onde a perda a nível das Áreas agrícolas é mais acentuada, tendo-se verificado mais de 4% em perdas entre 1990 e 2000 (EEA, 2006). Na região costeira, entre 1975 e 2006 verifica-se também uma diminuição desta classe, passando de 43,5% para 34,8% da área total. Verificando-se assim uma certa semelhança entre evolução das Áreas agrícolas em Portugal continental e na região costeira portuguesa.

Relativamente às Florestas e meios naturais, este estudo demonstra que em 1975 estas são maioritariamente representadas na região costeira por Florestas de resinosas (312) com cerca de 38%. Em 2006, estas continuavam a ser as mais representadas dentro da categoria Florestas e meios naturais, com cerca de 34%, em contraste com Portugal continental, que em 2000 são maioritariamente representadas pela categoria Florestas de folhosas (311) com cerca de 36% (IA, 2005).

As classes dos usos de solo Praias, dunas e areias (331), verificaram uma diminuição na área representada. Estas representavam em 1975 cerca de 17.900ha, ou seja, cerca de 2% de toda a região costeira, tendo diminuído para cerca de 11.000ha em 2006, passando a ocupar cerca de 1,3% da região costeira total. Esta diminuição na área de Praias, dunas e areias ocorreu devido à artificialização/litoralização, bem como à erosão costeira, e também devido às alterações na nomenclatura do uso do solo ocorridas relativamente aos mapas de 1975.

Segundo o EEA (2006) Portugal sofreu aumentos de cerca de 10% relativamente aos territórios artificializados. Neste estudo verifica-se que esta classe apresenta 5,4% da

região costeira em 1975, verificando um aumento de 7,8%, (ficando com 13,1% da área total da região costeira) entre 1975 e 2006. Em Portugal continental, segundo Caetano *et al.* (2005) os Territórios artificializados representavam cerca de 3% (em 2000), o que nos relembra o facto desta classe de uso do solo estar mais concentrado nas zonas costeiras (como é o caso de grandes cidades como Porto e Lisboa).

Para a região costeira de Portugal continental, este estudo demonstrou que em 1975 as Zonas húmidas correspondem a cerca de 3% do território costeiro, sendo estas maioritariamente representadas pelos Sapais (cerca de 79% desta classe). Entre 1990 e 2006 verifica-se uma diminuição desta categoria (cerca de 5%) em prol das Zonas entre-marés (subida de cerca de 4%).

As Massas de água possuíam cerca de 12,3%, em 1975, tendo este valor aumentado para cerca de 13,1% em 2006. A categoria Oceano representa cerca de 9,6%, em 1975, de toda a região costeira considerada, tendo registado um aumento, passando a ocupar cerca de 9,9% em 2006. As Desembocaduras fluviais (estuários) são a segunda maior representação nesta classe de uso do solo, cerca de 2% em 2006.

De acordo com os dois casos tidos como exemplo, verifica-se que a região da Ria de Aveiro e a região costeira de Esposende representam cerca de 8,8% da área total estudada (7,8% e 1,1%, respectivamente). Em ambos os casos as Áreas agrícolas e as Florestas e meios naturais representam mais de 70% dos usos do solo. Em ambos os casos os Territórios artificializados registaram a maior subida entre o período em análise, verificando-se que em Esposende a área duplicou e em Aveiro quadruplicou em 2006, face ao valor em 1975.

## **5.2. Valores dos ecossistemas na região costeira de Portugal continental**

Os valores dos serviços dos ecossistemas na região costeira portuguesa igualaram em 1975 um valor total de 1.535 milhões de euros por ano (Tabela 5.2; Tabela A.2 em

Anexo). As Zonas húmidas e as Massas de água proporcionaram em 1975 mais de 66% do valor total dos ecossistemas da região costeira, possuindo um valor total de cerca de 1.000m€/ano (Figura 5.3).

**Tabela 5.2 – Valores anuais dos ecossistemas para 1975, 1990 e 2006 (em € de 2000)**

Tipo do uso do solo		Valor (m€/ano)			Valor (%)		
Nível 1	Código CLC	1975	1990	2006	1975	1990	2006
<b>Territórios artificializados</b>	<b>111-142</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Áreas Agrícolas</b>	<b>211-213</b>	12,1	8,9	8,8	0,8	0,6	0,6
	<b>221-223</b>	4,6	2,9	3,1	0,3	0,2	0,2
	<b>231</b>	0,3	3,7	1,9	0,0	0,3	0,1
	<b>241-244</b>	22,5	21,8	19,7	1,5	1,5	1,3
<b>Florestas e meios naturais</b>	<b>311-313</b>	75,5	74,2	64,8	4,9	5,0	4,4
	<b>321-324</b>	7,9	10,8	14,5	0,5	0,7	1,0
	<b>331-334</b>	406,6	257,1	252,4	26,5	17,3	17,2
<b>Zonas húmidas</b>	<b>411-412</b>	4,1	4,2	4,4	0,3	0,3	0,3
	<b>421-423</b>	303,6	241,4	241,2	19,8	16,3	16,4
<b>Massas de água</b>	<b>511-512</b>	41,8	16,4	16,9	2,7	1,1	1,2
	<b>521-522</b>	498,3	680,8	678,4	32,5	45,9	46,2
	<b>523</b>	158,4	162,1	162,0	10,3	10,9	11,0
<b>Total</b>		1.535,6	1.484,3	1.468,3	100,0	100,0	100,0

Relativamente às Florestas e meios naturais, estas possuem cerca de 32% do valor total (cerca de 490m€/ano), sendo que 83% é devido ao valor das Praias, dunas e areias (331) – ou seja, do valor total dos ecossistemas Florestas e meios naturais cerca de 407m€/ano são relativamente às Praias, dunas e areias. Por sua vez as Áreas agrícolas possuem apenas 3% do total dos valores dos ecossistemas, com um valor total de 39m€/ano em 1975.

Entre 1975 e 2006, o valor anual dos ecossistemas diminuiu cerca de 67m€/ano (4%), sendo que possuía 1.535m€/ano e 1.468m€/ano, respectivamente. Esta diminuição deve-se maioritariamente à perda de Florestas e meios naturais – nomeadamente Praias, dunas e areias (331; Tabela 5.2). Estas registaram uma maior variação a nível dos valores dos ecossistemas, atingindo 331m€/ano em 2006 face aos cerca de 490m€/ano que possuíam em 1975 (Tabela 5.2; Figura 5.3). As Áreas agrícolas não

variaram muito o seu valor, possuindo em 1975 cerca de 39m€/ano diminuindo para cerca de 33m€/ano em 2006 (Tabela 5.2; Figura 5.3).

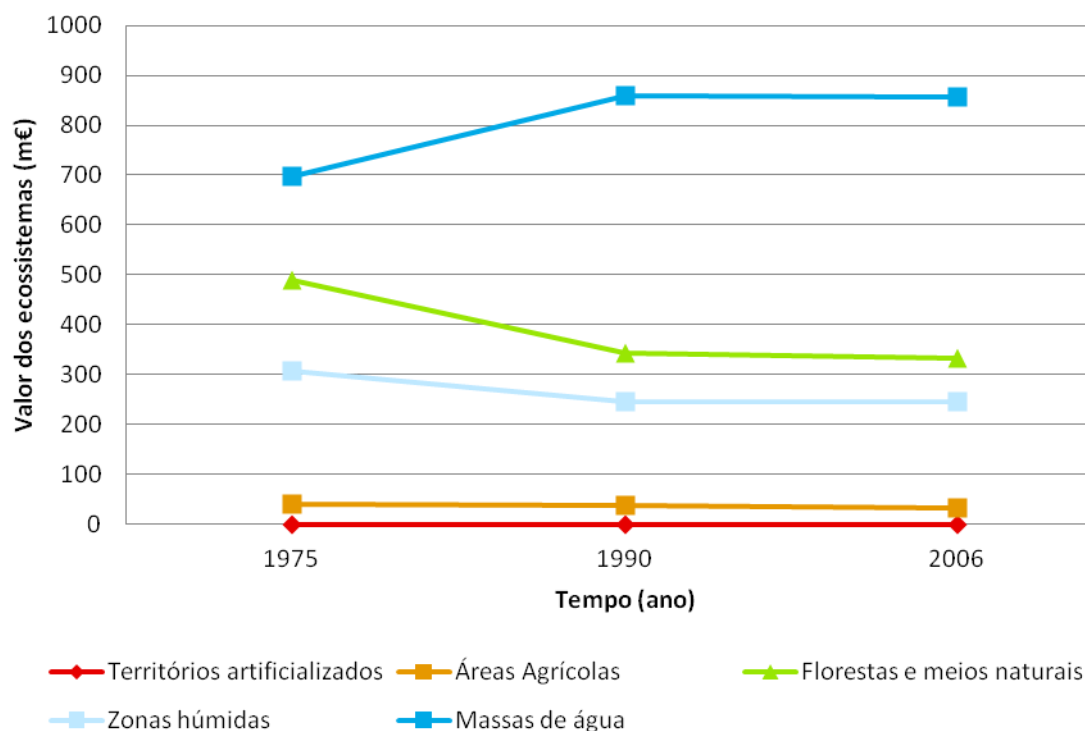


Figura 5.3 – Variação do valor dos ecossistemas entre 1975 e 2006 (em € de 2000)

As Zonas húmidas registaram uma diminuição a nível do valor anual dos seus ecossistemas em cerca de 62m€/ano, enquanto as Massas de água registaram um aumento de 698m€/ano em 1975 para cerca de 857m€/ano em 2006. Apesar das variações, estas duas classes continuam a representar a maior fatia no valor anual dos ecossistemas a nível da região costeira portuguesa, apresentando cerca de 75% do valor anual total dos ecossistemas em 2006, com cerca de 1.100m€/ano (Tabela 5.2; Figura 5.3).

Com base nos valores anuais dos ecossistemas na região costeira de 1.535m€/ano (1975), de 1.484m€/ano (1990) e de 1.468m€/ano (2006), é calculado o Valor Actual Líquido (VAL; em € de 2000) de todas as receitas ambientais anuais recebidas de 1975 a 2006. Usando uma taxa de desconto de 5%/ano e a Equação 1 (Capítulo 4.4), verifica-se que no período 1975-2006 o VAL dos serviços dos ecossistemas na região costeira portuguesa seria de 86.284m€, se não tivessem ocorrido mudanças nos usos do solo

desde 1975. Na realidade, verifica-se que o VAL é de 84.393m€ dado que ocorreram mudanças nos usos do solo com consequências nas perdas nos valores dos ecossistemas entre 1975 e 2006. Portanto, desde 1975 Portugal continental perdeu 1.891m€ em receitas ambientais provenientes dos serviços dos ecossistemas costeiros.

### **CASO 1 – Valores anuais dos ecossistemas na Região da Ria de Aveiro** **(1975, 1990 e 2006)**

“Os valores dos ecossistemas no litoral da Ria de Aveiro igualaram, em 1975, aproximadamente 290 milhões de Euros por ano. As zonas húmidas e corpos de águas costeiras, que constituem a Ria de Aveiro, proporcionaram mais de 70% do valor total dos ecossistemas na zona. As zonas florestais/naturais proporcionaram mais de 25% do valor total, com as áreas de praias/dunas determinando 90% do valor destes ecossistemas florestais/naturais. Entre 1975 e 2006, o valor dos ecossistemas no litoral da Ria de Aveiro baixou em 15% – até 245 m€/ano em 2006. Esta diminuição deve-se, sobretudo, à perda das zonas florestais/naturais (praias e dunas). Contudo, só parte destas perdas nos valores dos ecossistemas florestais/naturais (praias e dunas) são devidas à erosão costeira no litoral da Ria de Aveiro.” (Roebeling *et al.*, 2011, pp.85)

Tipo de uso do solo		Valor ecossistemas (m€/ano)		
Nível 1	Código	1975	1990	2006
Artificiais	111-142	0.00	0.00	0.00
Agriculturas	211-213	1.86	1.28	1.27
	231	0.04	0.07	0.08
	241-244	0.32	0.43	0.43
Florestas e meios naturais	311-313	7.13	7.51	6.33
	321-324	0.84	0.81	1.42
	331	70.54	28.50	26.29
Zonas húmidas	421	67.84	75.24	73.07
	422	16.13	10.51	11.30
Corpos de água	521-522	124.56	124.57	124.57
Total		289.25	248.92	244.76

### **CASO 2 – Valores anuais dos ecossistemas na Região de Esposende** **(1975, 1990 e 2006)**

Os valores anuais dos ecossistemas na zona litoral de Esposende igualaram, em 1975, cerca de 13 milhões de Euros por ano. As Massas de água possuem cerca de 60% do valor dos ecossistemas da zona, com as Desembocaduras fluviais (522) determinando 75% do valor destes ecossistemas. As Florestas e meios naturais proporcionam mais de 30% do valor total, com as áreas de Praias, dunas e areias (331) determinando mais de 75% do valor destes ecossistemas. Entre 1975 e 2006 o valor anual dos ecossistemas no litoral de Esposende baixou cerca de 10% (1,44m€/ano), chegando aos 11 m€/ano em 2006. Esta diminuição deve-se em grande parte à perda de Florestas e meios naturais (Praias, dunas e areias) e à perda de Desembocaduras fluviais (estuário), ambas representam quase 70% das perdas verificadas em toda a área de estudo.

Tipo de uso do solo		Valores ecossistemas (m€/ano)		
Nível 1	Código	1975	1990	2006
Artificiais	111-142	0,00	0,00	0,00
Agriculturas	211-212	0,00	0,06	0,06
	221	0,24	0,00	0,00
	241-243	0,23	0,36	0,36
Florestas e meios naturais	312-313	1,06	1,00	0,95
	324	0,00	0,03	0,00
	331	3,08	2,62	2,62
	334	0,00	0,00	0,00
Zonas húmidas	421	0,59	0,69	0,69
	423	0,00	0,00	0,00
Massas de Água	511	0,41	0,99	0,99
	522	5,99	4,43	4,43
	Oceano	1,59	1,63	1,63
Total		13,18	11,81	11,74

**Discussão:** O valor anual dos ecossistemas costeiros é estimado, em 1975, em 1.535m€/ano, tendo diminuído até 1.484m€/ano em 1990 (-51m€/ano) e até 1.468m€/ano em 2006 (-67m€/ano). Segundo Martínez *et al.* (2007), o valor atribuído aos ecossistemas (naturais, alterados e semi-alterados), em 2003, para Portugal continental é de 1.200m€/ano, valor este que se apresenta um pouco inferior face aos valores obtidos neste estudo (1.400m€/ano). As Zonas húmidas e as Massas de água possuíam em conjunto cerca de 66% do valor anual total dos ecossistemas costeiros em 1975 e cerca de 75% em 2006. As Florestas e meios naturais representam em 2006 cerca de 23% do valor anual total, sendo que destes, cerca de 83% é exclusivo às Praias, dunas e areias.

A maior variação ocorrida entre os valores de 1975 e os de 2006 são dos ecossistemas de código 331 (Praias, dunas e areias). Estes possuíam em 1975 um valor anual total de cerca de 407m€/ano, sendo que em 2006 possuíam um valor anual total de cerca de 252m€/ano (menos 40%). Estas perdas devem-se, principalmente, à artificialização/litoralização e à erosão costeira. Os Sapais (421) apresentam a segunda maior descida a nível do valor dos ecossistemas, com uma diminuição de cerca de 56m€/ano entre 1975 e 2006.

No entanto, nem tudo foram perdas, há ecossistemas que viram o seu valor acrescido entre 1975 e 2006. O ecossistema onde se verifica um maior aumento, é a nível da classe Lagoas costeiras (521), que possuíam em 1975 um valor de cerca de 61m€/ano, tendo sido o seu valor anual em 2006 de cerca de 188m€/ano. É importante referir que, parte do acréscimo de valor é devido às alterações nos usos do solo ocorridas entre 1975 e 1990 e às alterações na nomenclatura das cartas de ocupação e uso do solo. Por exemplo, em 1975 verifica-se que toda a região da Ria de Aveiro pertencia à categoria Desembocaduras fluviais (Estuários; 522) – em 1990 e 2006 estas estão inseridas na categoria Lagoas costeiras (521).

Depois de se observar os dois casos tidos como exemplos verifica-se que, na região da Ria de Aveiro regista-se uma descida nos valores anuais dos ecossistemas de 289m€/ano em 1975 para 244m€/ano em 2006. Na região de Esposende verifica-se

uma alteração de 13m€/ano em 1975 para cerca de 11m€/ano em 2006. A região da Ria de Aveiro diminuiu em cerca de 15% do seu valor sendo que em Esposende 11% é perdido. Comparando estes valores com Portugal continental é possível verificar que dos 67m€/ano perdidos entre 1975 e 2006, cerca de 3% estão afectos a Aveiro (2,9%) e Esposende (0,1%). Este resultado deve ser analisado tendo em atenção as áreas relativas, uma vez que, no Caso 1, a área ocupada é vinte vezes maior, face ao Caso 2.

### 5.3. Perdas nos valores dos ecossistemas devido à erosão costeira

As perdas de território devido à erosão costeira entre 1975 e 2006 são avaliadas em cerca de 1.925ha, com base no CLC. Isto acontece devido ao aumento da categoria do uso do solo Oceano (523; Tabela 5.3), verificando-se, assim, que anualmente são perdidos 62ha devido à erosão costeira. Esta variação no território equivale a cerca de 0,22% da área total da região costeira. Neste sentido verifica-se que foram perdidas devido à erosão costeira cerca de 1.925ha de Praias, dunas e areias. Este valor difere da área total perdida pela categoria Praias, dunas e areias, devido ao facto de nem toda a área perdida desta categoria ser devido aos processos de erosão costeira, mas também devido à artificialização/litoralização.

**Tabela 5.3 – Perdas nos usos do solo devido à erosão costeira em Portugal continental entre 1975 e 2006**

		Área (ha)		
		1975	1990	2006
<b>Praias dunas e areias</b>	<b>331</b>	17.900	11.319	11.111
Praias, dunas e areias perdidas até			6.581	6.789
<b>Oceano</b>	<b>523</b>	84.839	86.783	86.764
Praias, dunas e dunas perdidas devido à erosão costeira até			1.944	1.925

As perdas ocorridas nos valores anuais dos ecossistemas, associadas à erosão costeira (nomeadamente Praias, dunas e areias) na região costeira entre 1975 e 2006 são estimadas em cerca de 43,7m€/ano. (Tabela 5.4). Neste sentido, constata-se que, dos 67,3m€/ano perdidos, de 1975 a 2006, devido às alterações dos usos do solo, 43,7m€/ano ocorrem devido à erosão costeira, nomeadamente à perda de Praias, dunas e areias. Neste sentido, verifica-se que cerca de 65% do valor perdido nos

ecossistemas costeiros são devidos aos processos de erosão costeira durante o período 1975-2006. Assim sendo, 35% do valor perdido é devido aos processos de artificialização/litoralização.

**Tabela 5.4 – Perdas nos valores dos ecossistemas desde 1975 a 2006**

	<b>Valor nos serviços dos ecossistemas (m€/ano)</b>		
	<b>1975</b>	<b>1990</b>	<b>2006</b>
<b>Valor total dos ecossistemas (m€/ano)</b>	1.535,6	1.484,3	1.468,3
Perdas totais até	-	51,3	67,3
Perdas devido à erosão costeira até	-	44,2	43,7

Dada a diminuição nos valores anuais da categoria Praias, dunas e areias (331), devido à erosão costeira, de 407m€/ano em 1975, de 362,4m€/ano em 1990 e de 362,9m€/ano em 2006, calcula-se o VAL (em € de 2000) recorrendo ao mesmo cálculo efectuado no Capítulo 5.2.. Verifica-se então que, no período entre 1975 e 2006 o VAL dos serviços dos ecossistemas Praias, dunas e areias teria sido de 22.844m€, se não tivesse ocorrido erosão costeira nesta categoria do uso do solo desde 1975. Na realidade, o VAL é de 21.334m€ dado que ocorreram processos de erosão costeira e, consequentes, perdas nos valores destes ecossistemas entre 1975 e 2006. Ou seja, verifica-se uma perda de 1.510m€ em receitas ambientais provenientes dos serviços das Praias, dunas e areias. Neste sentido, do valor total das receitas acumuladas entre 1975 e 2006, cerca de 25% corresponde a Praias dunas e areias. Por sua vez, cerca de 80% da diminuição no valor das receitas totais ocorridas ao longo do mesmo período são devidas ao processo de erosão costeira.



### **CASO 1 – Perdas nos usos do solo e nos valores anuais dos ecossistemas na Região da Ria de Aveiro 1975, 1990 e 2006)**

“As perdas de território devido à erosão costeira entre 1975 e 2006 são, com base no CLC, estimadas em quase 160 ha. Com base nos mapas militares, verificam-se perdas de território ligeiramente mais elevadas (~195 ha em 1996/1999). Em ambos os casos destacam-se as perdas das áreas florestais/naturais – especificamente praias e dunas. As perdas nos valores dos ecossistemas, associadas com a erosão das áreas florestais/naturais (praias e dunas) no litoral da Ria de Aveiro desde 1975, são estimadas em 3,6 m€/ano em 2006 (com base no CLC). Com base nos mapas militares, as perdas são estimadas em 4,4 m€/ano em 1996/1999. Tendo em conta as perdas totais nos

valores dos ecossistemas na região da Ria de Aveiro entre 1975 e 2006 (~44,5 m€/ano), quase 10% dessas perdas são devidas à erosão costeira.” (Roebeling *et al.*, 2011, pp.85)

Tipo de uso do solo		Unidade	Perdas até	
Nível 1	Código		1990	2006
Meios naturais	331	ha	137	158
		m€/ano	3.11	3.59

### **CASO 2 – Perdas nos usos do solo e nos valores anuais dos ecossistemas na Região de Esposende 1975, 1990 e 2006)**

As perdas de território devido à erosão costeira entre 1975 e 2006 são, com base no CLC, estimadas em cerca de 20 ha. Com base nos mapas militares, verificam-se perdas de território mais elevadas (cerca de 28 ha). Em ambos os casos destacam-se as perdas das áreas Florestais/naturais, mais concretamente Praias, dunas e areias. As perdas nos valores anuais dos ecossistemas, associadas com a erosão das Florestas e meios naturais (Praias, dunas e areias) no litoral de Esposende desde 1975, são estimadas em 0,45 m€/ano em 2006 (com base no CLC). Com base nos mapas militares, estas perdas são estimadas em 0,64m€/ano. Tendo em conta as perdas totais nos valores anuais

dos ecossistemas na região costeira de Esposende entre 1975 e 2006 (cerca de 1,44 m€/ano), mais de 30% dessas perdas são devidas à erosão costeira.

Tipo de uso do solo		Unidade	Perdas até	
Nível 1	Código		1990	2006
Meios naturais	331	ha	20	20
		m€/ano	0,45	0,45

**Discussão:** As perdas de território ocorridas na região costeira portuguesa devido aos processos de erosão costeira dizem respeito à área de território ganha com a categoria do uso do solo Oceano (523) em prol da perda da categoria do uso do solo Praias, dunas e areias (331).

Segundo a DGA (2005; ver Secção 3.1, Figura 3.1), estimou-se a evolução da linha de costa e daí, as perdas ocorridas devido aos processos de erosão costeira em Portugal

continental, entre 1975 e 1996. Segundo este estudo, ocorreram perdas em cerca de 2.600ha (Tabela 3.1), valor este que se apresenta relativamente elevado quando comparado com o valor observado neste estudo (cerca de 1925ha). Um dos motivos desta diferença de valores pode ser o facto dos valores obtidos pelo INAG (DGA, 2005) para este estudo serem baseados em cartas militares. Como já foi verificado nos dois casos tidos como exemplo, as estimativas com base em cartas militares apresentam-se cerca de 25% acima das estimativas com base nas cartas CLC. Outro factor importante é o facto de o INAG só apresentar perdas ocorridas devido aos processos de erosão costeira em Portugal continental, enquanto, este estudo também toma em consideração os processos de acreção costeira.

Entre 1975 e 1990 verifica-se um acréscimo de cerca de 1.944ha na classe Oceano, face aos cerca de 6.581ha perdidos em Praias, dunas e areias (331). Esta discrepância de valores ocorre devido aos processos de artificialização/litoralização, erosão costeira e, até certo nível, devido às alterações na nomenclatura dos usos do solo entre os mapas de 1975 e 1990. Facto é que houve efectivamente perdas relativamente a estes usos do solo e que foram, em parte, devido à erosão costeira (65%) e, em outra parte, devido à artificialização/litoralização (35%). Entre 1990 e 2006 verifica-se, no entanto, que houve um pequeno decréscimo de cerca de 19ha na parte do Oceano, devido à construção de esporões, quebra-mares e até mesmo o aumento nos Territórios artificializados contribuem para a diminuição da categoria Oceano na região costeira portuguesa e possíveis zonas de acreção. Neste mesmo período, verifica-se que ocorreram perdas em Praias, dunas e areias (331) de cerca de 13ha em toda a parte continental de Portugal. Este valor tão baixo de perdas em Praias, dunas e areias pode ter a mesma justificação aquando da diminuição da categoria Oceano. A construção de esporões pode ser um dos motivos, uma vez que, apesar da maior erosão na parte Sul destes, provoca também acreção na parte Norte.

Relativamente aos valores anuais dos ecossistemas verifica-se que a diminuição ocorrida devido às alterações dos usos do solo em Portugal continental, entre 1975 e 2006, é de cerca de 67m€/ano. Destes, 43m€/ano (65%) foram devido às perdas

ocorridas nas Praias, dunas e areias por causa da erosão costeira – os restantes 24m€/ano (35%) foram devido à artificialização/litoralização das Praias, dunas e areias.

Relativamente aos dois casos de estudo, verifica-se então que 9,2% das perdas devido à erosão costeira portuguesa situam-se nestes dois locais (com 8,2% na região de Aveiro e 1,0% na região de Esposende).



## Capítulo 6. Conclusão

---

Este estudo é baseado numa abordagem económico-ambiental recorrendo às tecnologias de Sistemas de Informação Geográfica (Arc-Gis, ESRI), para avaliar cartas de ocupação e uso do solo para os anos de 1975, 1990 e 2006 (CORINE Land Cover; Bossard *et al.*, 2000) bem como estimar a erosão costeira entre 1975 e 2006. Foram aplicados métodos de transferência de benefícios para se proceder à valoração dos ecossistemas costeiros (com base em Costanza *et al.*, 1997; Martinez *et al.*, 2007; Alves *et al.*, 2009). Neste sentido, foram avaliadas as perdas económico-ambientais devidas aos processos de erosão costeira em Portugal continental, entre 1975 e 2006.

Os resultados mostram que a área de estudo possui cerca de 880.245ha, maioritariamente representada, em 1975, pelas classes de usos do solo Áreas agrícolas (43%) e Florestas e meios naturais (36%). As tipologias de usos de solo Agrícolas sofreram uma ligeira diminuição face ao aumento dos Territórios artificializados (que aumentou cerca de 7%). Relativamente aos valores dos ecossistemas, verifica-se que em 1975 estes possuíam um valor total de cerca de 1.535m€/ano, tendo ocorrido uma diminuição até 1.468 m€/ano em 2006 (-67m€/ano) devido às alterações na ocupação e uso do solo relacionados com os processos de artificialização/litoralização e erosão costeira. O território perdido devido à erosão costeira é de cerca de 1.924ha entre 1975 e 2006, cujo valor anual ambiental se estima com uma diminuição na ordem dos 43m€/ano. Neste sentido, estima-se que cerca de 65% das perdas ocorridas nos valores dos ecossistemas na região costeira portuguesa, são devidas à erosão costeira. Os restantes 35% ocorreram devido aos processos de artificialização/litoralização.

Relativamente aos dois casos de estudo definidos, estes correspondem a cerca de 8,8% da área total de Portugal continental, sendo as perdas ocorridas por erosão correspondentes a 9,3% do total perdido em Portugal continental. Os valores dos ecossistemas representam cerca de 3% do valor da região costeira continental. Dos 67m€/ano perdidos entre 1975 e 2006, cerca de 6% referem-se à região de Aveiro e à região de Esposende. Separadamente verifica-se que 10% das perdas ocorridas na

---

Perdas nos valores dos ecossistemas devido à erosão costeira

região da Ria de Aveiro foram devidas à erosão costeira, enquanto em Esposende cerca de 31% das perdas foram devido a este processo.

Relativamente a este estudo, permanecem ainda algumas observações que devem ser mencionadas. Em primeiro lugar, a aplicação dos métodos de transferência das estimativas de benefícios baseada nos valores dos ecossistemas costeiros provenientes em Constanza *et al.* (1997) e Martínez *et al.* (2007), apenas se aproximam dos valores ambientais na região costeira portuguesa. Para melhorar tais valores seria necessário o uso de uma gama maior de métodos de transferência de benefícios, associado à obtenção de mais estudos que aprofundem esta temática. Também é necessário ter em atenção o facto de alguns estudos tidos como comparação não estarem na mesma escala. É o caso do estudo levado a cabo por Martínez *et al.*, 2007, que considera a região costeira com 100km de terra, sendo neste estudo a região costeira considerada de 10km.

#### **Projectos Futuros:**

Depois de terminada esta Dissertação verificam-se algumas lacunas em alguns tipos de informação, nomeadamente, ao nível dos valores dos ecossistemas em Portugal. Neste sentido seria importante a realização de mais alguns estudos que abordassem esta temática ao longo de toda a região costeira portuguesa, tais como:

Criação de uma base de dados, mais completa e específica, relativa aos valores dos ecossistemas costeiros em Portugal;

Elaboração de estudos das perdas económico-ambientais ocorridas na zona costeira para vários trechos de Portugal, de forma a realizar estudos semelhantes para locais mais específicos (como foi o caso, neste estudo, de Aveiro e Esposende);

Elaboração de estudos de cálculo das perdas nos ecossistemas costeiros tendo como base não só os mapas CORINE Land Cover mas também mapas militares, fotografia aérea, etc.

Espera-se que este trabalho possa fornecer alguns contributos para a revisão dos POOCs, com o intuito de uma melhoria no planeamento a nível da protecção da orla costeira, tendo em conta os processos de erosão costeira, assim com os processos de artificialização/litoralização. No mesmo sentido pode fornecer informação relevante para o SIDS, uma vez que faz uma combinação de alguns dos vários indicadores presentes. Por fim, tenciona-se que este trabalho contribua também para a continuação de estudos ao longo da zona costeira, nomeadamente em relação à erosão costeira, podendo ser uma fonte de comparações com diferentes abordagens e métodos que podem ser utilizados.





## Capítulo 7. Bibliografia

---

Alves, F., Roebeling, P., Pinto, P. and Batista, P., 2009. Valuing ecosystem service losses from coastal erosion along the central Portuguese coast: a benefits transfer approach. *Journal of Coastal Research* 56: 1169 - 1173.

APA - Associação Portuguesa do Ambiente, 2011. Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS). Web-site: <http://www.apambiente.pt/Instrumentos/sids/Paginas/default.aspx> , Acedido em 10 de Setembro de 2011.

Barbosa, J. L. P., 2003. “Aplicação dos sistemas de informação geográfica na zona costeira”. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal. pp. 3.

Barbosa, J. L. P., 2007. Hidroformas e hidromorfologias costeiras locais. Tese de Doutoramento, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal.

Borges, P., Lameiras, G., Calado, H., 2009. A erosão costeira como factor condicionante da sustentabilidade. *Redes e Desenvolvimento Regional – Cabo Verde, Cabo Verde*. 67pp.

Bosello, F., Roson, R. and Tol, R.S.J., 2006. Economy-wide estimates of the implications of climate change: sea-level rise. *Environmental and Resource Economics*, 37, 549-571.

Bossard, M., Feranec, J. and Otahel, J., 2000. CORINE Land Cover Technical Guide – Addendum 2000. Copenhagen: European Environment Agency (EEA), Technical Report No. 40/2000, Copenhagen, Dinamarca. pp.105.

Brenner, J., Jiménez, J, Sardá, R. and Garola, A., 2010. An assessment of the non-market value of the ecosystem services provided by the Catalan coastal zone, Spain. *Ocean & Coastal Management*, 53, 27-38.

Brouwer, R., 2000. Environmental value transfer: state of the art and future prospects. *Ecological Economics*, 32, 137-152.

Caetano, M., Carrão, H., Painho, M., 2005. Alterações da Ocupação do Uso do Solo em Portugal continental (1985/2000). Instituto do Ambiente. Lisboa, Portugal. ISBN: 972-8577-22-2.

Castro, R. M. G., 2003. Energias renováveis e Produção Descentralizada – Introdução à avaliação económica de investimentos. Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa.

Constanza, R., Groot, R., Arge, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. and Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, No 387, pp. 253-259.

Darwin, R.F. and Tol, R.S.J., 2001. Estimates of the economic effects of sea level rise. *Environmental and Resource Economics* 19: 113 - 129.

DGA, 2005. Relatório do estado do ambiente 2003. Instituto do Ambiente – Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território. 2005. ISBN 972-8577-16-8.

Downing, M., Ozuna, T., 1996. Testing the reliability of the benefit function transfer approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, 30, 316-322.

EEA, 2002. Corine Land Cover 1990 (CLC1990) and Corine Land Cover Changes 1975-1990 in a 10 km Zone Around the Coast of Europe. Web-site: European Environment Agency (EEA), <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-landcover-1990-clc1990-and-corine-land-cover-changes-1975-1990-in-a-10-km-zone-around-the-coast-of-europe>, Acedido a 15 Janeiro de 2011.

EEA, 2006. The Changing Faces of Europe's Coastal Areas. Copenhagen: European Environment Agency (EEA), Report No. 6/2006. ISBN 92-9167-842-2.

Eurosion, 2006. Viver com e erosão costeira na Europa – Sedimentos e espaço para a sustentabilidade. Resultados do estudo. União Europeia. ISBN 92-79-02209-1.

Fankhauser, S., 1994. Protection vs. Retreat: Estimating the costs of sea level rise. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment University College London and University of East Anglia. CSERGE Working Paper GEC 94-02.

Feagin, R. A., Sherman, D. J., Grant, W. E., 2005. Coastal erosion, global sea-level rise, and the loss of sand dune plant habitats. The Ecological Society of America. *Front Ecol Environ* 2005; 3(7): 359–364.

Ferreira, O', Dias, J.A., Taborda, R., 2008. Implications of sea-level rise for continental Portugal. *Journal of Coastal Research*, 24(2), 317–324. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.

Gamito, T. M., 2006. O Planeamento na Gestão da faixa costeira. O interface mar/terra e o desenvolvimento sustentável. Jornadas AORN.

Groot, R.S., Wilson, M. A., Boumans, R. M. J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics* 41 (2002) 393.408. Elsevier Science. PII: S0921-8009 (02)00089-7.

IGEO, 2010a. CLC90\_PT - Segunda versão revista do mapa CLC90 original. Web-site: Grupo de Detecção Remota, Instituto Geográfico Português (IGEO), [http://www.igeo.pt/gdr/index.php?princ=PROJECTOS/CLC2006&sessao=m\\_projectos#cartografia](http://www.igeo.pt/gdr/index.php?princ=PROJECTOS/CLC2006&sessao=m_projectos#cartografia), Acedido em 15 de Janeiro de 2011.

IGEO, 2010b. CLC06\_PT - CORINE Land Cover 2006. Web-site: Grupo de Detecção Remota, Instituto Geográfico Português (IGEO), [http://www.igeo.pt/gdr/-index.php?princ=PROJECTOS/CLC2006&sessao=m\\_projectos#cartografia](http://www.igeo.pt/gdr/-index.php?princ=PROJECTOS/CLC2006&sessao=m_projectos#cartografia), Acedido em 15 de Janeiro de 2011.

INAG – Instituto Nacional da Água, 2011a. Análise da erosão costeira em Portugal. Web-site: <http://portaldaagua.inag.pt/PT/InfoUtilizador/AguaNatureza/Riscos/Ameacas/Pages/RiscosErosaoPortugal.aspx>, Acedido em 10 de Setembro de 2011.

INAG – Instituto Nacional da Água, 2011b. Planos de ordenamento da orla costeira. Web-site: [http://www.inag.pt/inag2004/port/a\\_intervencao/planeamento/pooc/pooc.html](http://www.inag.pt/inag2004/port/a_intervencao/planeamento/pooc/pooc.html), Acedido em 10 de Setembro de 2011.

IPCC, 2002. Climate change and biodiversity. IPCC Technical Paper V. Intergovernmental Panel on Climate Change. ISBN: 92-9169-104-7.

Knogge, T., Schirmer, M. And Schuchardt, B., 2004. Landscape-scale socio-economics of sea-level rise. *Ibis*, 146, 11-17.

Loureiro, E., Granja, H., Pinho, J. L. S., 2006. Morphodynamics of the Cávado estuary inlet (NW Portugal). Departamento de Ciências da Terra. Universidade do Minho.

MAOTDR, 2007. *GIZC – Bases para a gestão integrada da zona costeira*. Editorial Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional, Lisboa, Portugal. 1.ª Edição. ISBN 978-989-8097-06-4.

Martínez, M.L., Intralawan, A., 2007. The coasts of our world: ecological, economic and social importance. *Ecological Economics* 63: 254-272.

MEA, 2005. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Opportunities and Challenges for Business and Industry*. World Resources Institute, Washington, DC.

Morais, J. O., Pinheiro, L. S., Cavalcante, A., A., Paula, D., P., Silva, R. L., 2008. Erosão costeira em praias adjacentes às desembocaduras fluviais: o caso de pontal de maceió, Ceará, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada* 8(2): 61-76.

Nicholls, R. J., Hoozemans, F. M. J., 1996. The Mediterranean: vulnerability to coastal implications of climate change. *Ocean & Coastal Management*, 31(2–3), 105–132.

Nicholls, R.J., Wong, P. P., Burkett, V.R., Codignotto, J.O., Hay, J.E., Mclean, R.F., Ragoonaden, S., Woodroffe, C.D., 2007: Coastal systems and low-lying areas. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 315-356.

POGPNLN – Plano de ordenamento e gestão do parque natural do litoral norte, 2007. Fase 2: Diagnóstico. Instituto da Conservação da Natureza.

RCM n.º 25/99, 1999. Resolução do Conselho de Ministros n.º 25/99. *Diário da República*, 1.ª série B – N.º 81 – 7 de Abril de 1999, pp. 1867-1889.

RCM n.º 82/2009, 2009. Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009. *Diário da República*, 1.ª série — N.º 174 — 8 de Setembro de 2009, pp. 6056-6088.

Roebeling, P. C., Alves, F. L., Coelho, C. D., Gonçalves, M., Rocha, J., 2011. Perdas nos valores dos ecossistemas devido à erosão costeira na Região da Ria de Aveiro: uma Avaliação histórica. Universidade de Aveiro. *Actas das Jornadas da Ria de Aveiro*. pp. 83-87.

SCE, 1952a. Carta militar de Portugal, Série M888 – folha Marinhas (Esposende), folha n.º54. Lisboa, Portugal: Serviço Cartográfico do Exército (SCE), escala 1:25,000, trabalho de campo 1942.

SCE, 1952b. Carta militar de Portugal, Série M888 – folha Esposende, folha n.º68. Lisboa, Portugal: Serviço Cartográfico do Exército (SCE), escala 1:25,000, trabalho de campo 1948.

SCE, 1952c. Carta militar de Portugal, Série M888 – folha Gafanha da Encarnação, folha n.º184. Lisboa, Portugal: Serviço Cartográfico do Exército (SCE), escala 1:25,000, trabalho de campo 1948.

SCE, 1974. Carta militar de Portugal, Série M888 – folha S. Jacinto (Aveiro), folha n.º173. Lisboa, Portugal: Serviço Cartográfico do Exército (SCE), escala 1:25,000, trabalho de campo 1972.

SCE, 1975. Carta militar de Portugal, Série M888 – folha Gafanha da Encarnação, folha n.º184. Lisboa, Portugal: Serviço Cartográfico do Exército (SCE), escala 1:25,000, trabalho de campo 1973.

SCE, 1997a. Carta militar de Portugal, Série M888 – folha Marinhas (Esposende), folha n.º54. Lisboa, Portugal: Serviço Cartográfico do Exército (SCE), escala 1:25,000, trabalho de campo 1995.

SCE, 1997b. Carta militar de Portugal, Série M888 – folha Esposende, folha n.º68. Lisboa, Portugal: Serviço Cartográfico do Exército (SCE), escala 1:25,000, trabalho de campo 1996.

SCE, 2001. Carta militar de Portugal, Série M888 – folha S. Jacinto (Aveiro), folha n.º173. Lisboa, Portugal: Serviço Cartográfico do Exército (SCE), escala 1:25,000, trabalho de campo 1999.

Taborda, R., Magalhães, F. and Ângelo C., 2005. Evaluation of coastal defence strategies in Portugal. In: Environment Friendly Coastal Protection Structures. Dean, B. And Zimmermann, C.. Kluwer, Netherlands.

Taveira-Pinto, F., Pais-Barbosa, J., Veloso-Gomes, F., 2009. Coastline Evolution at Esmoriz-Furadouro Stretch (Portugal). Journal of Coastal Research, SI 56 (Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Coastal Symposium), 673 – 677. Lisboa, Portugal, ISSN 0749-0258.

União Europeia, 2006. Viver com a erosão costeira na Europa – sedimentos e espaço para a sustentabilidade. Resultados do estudo Eurosion. União Europeia.

Veloso-Gomes, F., Taveira-Pinto, F., Neves, L., 2004. Esposende – Ofir stretch – Case study. Coastal Practice Network. Project part-funded by the European Union.

Veloso-Gomes, F., Taveira-Pinto, F., Neves, L., Barbosa, J. P. , Coelho, C., 2004. Erosion risk levels at the NW Portuguese coast: the Douro mouth – Cape Mondego stretch. Journal of Coastal Conservation 10: 43-52.

Veloso-Gomes, F., 2007. A Gestão da zona costeira Portuguesa. Revista da Gestão Costeira Integrada 7(2): 83-95.

Veloso-Gomes, F., Barroco, A., Pereira, A. R., Reis, C. S., Calado, H., Ferreira, J. G., Freitas, M.C., Biscoito, M., 2008. Basis for a national strategy for integrated coastal zone management in Portugal. Journal of Coastal Conservation DOI 10.1007/s11852-008-0017-8.

Zerbe, R.O. and D.D. Dively, 1994. Benefit-cost analysis in theory and practice. Harper Collins College Publishers, New York, USA. 557 pp.

Zunido, A., Magalhães, G., 2006. Análise Financeira de Projectos de Software (VAL, TIR e PRI). Engenharia de Sistemas e Informática e Informática, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve.





# Anexos

---



**Tabela A. 1 – Uso do solo histórico para 1975, 1990 e 2006 no nível 3**  
**(Baseado em: EEA, 2002; IGEO, 2010a, 2010b)**

Usos do solo		Área (ha)		
Nível 3	Código	1975	1990	2006
Tecido urbano contínuo	111	7.084	5.906	6.893
Tecido urbano descontínuo	112	27.391	57.229	76.150
Indústria, comércio e equipamentos gerais	121	3.667	6.732	12.068
Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	122	34	286	1.711
Áreas portuárias	123	610	1.506	1.956
Aeroportos e aeródromos	124	3.739	1.213	1.534
Áreas de extracção de inertes	131	813	1.411	2.487
Áreas de deposição de resíduos	132	99	202	298
Áreas em construção	133	966	1.552	1.926
Espaços verdes urbanos	141	1.058	1.157	1.334
Equipamentos desportivos, culturais e de lazer	142	3.150	4.800	9.178
Culturas temporárias de sequeiro	211	106.654	51.743	43.897
Culturas temporárias de regadio	212	2.056	26.612	34.292
Arrozais	213	4.352	4.723	4.482
Vinhas	221	34.636	7.947	8.817
Pomares	222	8.046	18.811	20.085
Olivais	223	593	547	352
Pastagens permanentes	231	901	13.219	6.677
Culturas temporárias	241	74.070	50.726	46.418
Sistemas culturais e parcelares complexos	242	80.507	85.843	78.856
Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	243	56.530	68.032	59.361
Sistemas agro-florestais	244	13.621	2.700	2.652
Florestas de folhosas	311	36.592	39.165	36.094
Florestas de resinosas	312	125.667	121.143	105.857
Florestas mistas	313	53.302	51.407	43.052
Vegetação herbácea natural	321	7.472	3.902	3.689
Matos	322	22.471	6.799	6.563
Vegetação esclerófila	323	17.477	36.958	32.744
Florestas abertas, cortes e novas plantações	324	32.725	55.277	76.983
Praias, dunas e areais	331	17.900	11.319	11.111
Rocha nua	332	1.043	920	920
Vegetação esparsa	333	0	2.169	2.209
Áreas ardidas	334	130	711	2.075
Neves eternas e glaciares	335	0	0	0
Pauis	411	178	187	194
Turfeiras	412	96	0	0
Sapais	421	20.990	16.336	16.179
Salinas e aquicultura litoral	422	5.207	4.497	4.637
Zonas entre-marés	423	52	985	985
Cursos de água	511	3.692	1.186	1.186
Planos de água	512	549	476	529
Lagoas costeiras	521	2.796	8.475	8.547
Estuários (desembocaduras fluviais)	522	16.488	18.650	18.503
Oceano	523	84.839	86.783	86.764
<b>Total</b>		<b>880.244</b>	<b>880.244</b>	<b>880.244</b>



**Tabela A. 2 – Uso do solo histórico para 1975, 1990 e 2006 no nível 2**  
(Baseado em: EEA, 2002; IGEO, 2010a, 2010b)

Uso do solo		Área (ha)		
Nível 2	Código CLC	1975	1990	2006
Tecido urbano	<b>111-112</b>	34.475	63.135	83.043
Indústria, comércio e transportes	<b>121-124</b>	8.050	9.737	17.269
Áreas de extracção de inertes, de deposição de resíduos e estaleiros de construção	<b>131-133</b>	1.878	3.165	4.711
Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos, culturais e de lazer, e zonas históricas	<b>141-142</b>	4.207	5.957	10.512
Culturas Temporárias	<b>211-213</b>	113.063	83.079	82.671
Culturas permanentes	<b>221-223</b>	43.275	27.305	29.253
Pastagens permanentes	<b>231</b>	901	13.219	6.677
Áreas agrícolas heterogéneas	<b>241-244</b>	224.728	207.302	187.287
Florestas	<b>311-313</b>	215.561	211.715	185.003
Florestas abertas, vegetação arbustiva e herbácea	<b>321-324</b>	80.145	102.936	119.979
Zonas descobertas e com pouca vegetação	<b>331-334</b>	19.072	15.120	16.315
Zonas húmidas interiores	<b>411-412</b>	275	187	194
Zonas húmidas litorais	<b>421-423</b>	26.249	21.818	21.802
Águas interiores	<b>511-512</b>	4.241	1.662	1.715
Águas marinhas costeiras	<b>521-523</b>	104.124	113.908	113.814
<b>Total</b>		<b>880.244</b>	<b>880.244</b>	<b>880.244</b>

**Tabela A. 3 – Uso do solo histórico para 1975, 1990 e 2006 no nível 1**  
(Baseado em: EEA, 2002; IGEO, 2010a, 2010b)

Usos do solo		Área (ha)		
Nível 1	Código CLC	1975	1990	2006
Territórios artificializados	<b>111-142</b>	48.610	81.994	115.535
Áreas agrícolas	<b>211-244</b>	381.966	330.904	305.888
Florestas e meios naturais	<b>311-334</b>	314.779	329.771	321.297
Zonas húmidas	<b>411-423</b>	26.524	22.005	21.995
Massas de água	<b>511-523</b>	108.365	115.570	115.529
<b>Total</b>		<b>880.244</b>	<b>880.244</b>	<b>880.244</b>



Tabela A. 4 – Valores dos ecossistemas por cada uso de solo nível 3 (valores em € de 2000)

Usos do solo		Valor dos ecossistemas (m€/ano)		
Nível 3	Código	1975	1990	2006
Tecido urbano contínuo	111	0,00	0,00	0,00
Tecido urbano descontínuo	112	0,00	0,00	0,00
Indústria, comércio e equipamentos gerais	121	0,00	0,00	0,00
Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	122	0,00	0,00	0,00
Áreas portuárias	123	0,00	0,00	0,00
Aeroportos e aeródromos	124	0,00	0,00	0,00
Áreas de extracção de inertes	131	0,00	0,00	0,00
Áreas de deposição de resíduos	132	0,00	0,00	0,00
Áreas em construção	133	0,00	0,00	0,00
Espaços verdes urbanos	141	0,00	0,00	0,00
Equipamentos desportivos, culturais e de lazer	142	0,00	0,00	0,00
Culturas temporárias de sequeiro	211	11,38	5,52	4,68
Culturas temporárias de regadio	212	0,22	2,84	3,66
Arrozais	213	0,46	0,50	0,48
Vinhas	221	3,70	0,85	0,94
Pomares	222	0,86	2,01	2,14
Olivais	223	0,06	0,06	0,04
Pastagens permanentes	231	0,25	3,74	1,89
Culturas temporárias	241	7,90	5,41	4,95
Sistemas culturais e parcelares complexos	242	8,59	9,16	8,42
Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	243	6,03	7,26	6,33
Sistemas agro-florestais	244	0,00	0,00	0,00
Florestas de folhosas	311	12,82	13,72	12,64
Florestas de resinosas	312	44,02	42,44	37,08
Florestas mistas	313	18,67	18,01	15,08
Vegetação herbácea natural	321	2,11	1,10	1,04
Matos	322	0,01	0,00	0,00
Vegetação esclerófila	323	0,00	0,01	0,01
Florestas abertas, cortes e novas plantações	324	5,74	9,69	13,49
Praias, dunas e areais	331	406,57	257,09	252,36
Rocha nua	332	0,00	0,00	0,00
Vegetação esparsa	333	0,00	0,00	0,00
Áreas ardidas	334	0,00	0,00	0,00
Neves eternas e glaciares	335	0,00	0,00	0,00
Pauis	411	4,05	4,25	4,40
Turfeiras	412	0,00	0,00	0,00
Sapais	421	243,23	189,30	187,49
Salinas e aquicultura litoral	422	60,34	52,11	53,73
Zonas entre-marés	423	0,00	0,00	0,00
Cursos de água	511	36,40	11,69	11,69
Planos de água	512	5,41	4,69	5,21
Lagoas costeiras	521	61,64	186,82	188,40
Estuários (desembocaduras fluviais)	522	436,68	493,93	490,04
Oceano	523	158,44	162,07	162,03
<b>Total</b>		<b>1.535,60</b>	<b>1.484,29</b>	<b>1.468,26</b>





Tabela A. 5 – Valores dos ecossistemas por cada uso de solo nível 2 (valores em € de 2000)

Usos do solo		Valor dos ecossistemas (m€/ano)		
Nível 2	Código CLC	1975	1990	2006
Tecido urbano	111-112	0,0	0,0	0,0
Indústria, comércio e transportes	121-124	0,0	0,0	0,0
Áreas de extracção de inertes, de deposição de resíduos e estaleiros de construção	131-133	0,0	0,0	0,0
Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos, culturais e de lazer, e zonas históricas	141-142	0,0	0,0	0,0
Culturas Temporárias	211-213	12,1	8,9	8,8
Culturas permanentes	221-223	4,6	2,9	3,1
Pastagens permanentes	231	0,3	3,7	1,9
Áreas agrícolas heterogéneas	241-244	22,5	21,8	19,7
Florestas	311-313	75,5	74,2	64,8
Florestas abertas, vegetação arbustiva e herbácea	321-324	7,9	10,8	14,5
Zonas descobertas e com pouca vegetação	331-334	406,6	257,1	252,4
Zonas húmidas interiores	411-412	4,1	4,2	4,4
Zonas húmidas litorais	421-423	303,6	241,4	241,2
Águas interiores	511-512	41,8	16,4	16,9
Águas marinhas costeiras	521-523	656,8	842,8	840,5
<b>Total</b>		1.535,6	1.484,3	1.468,3

Tabela A. 6 – Valores dos ecossistemas por cada uso de solo nível 1 (valores em € de 2000)

Uso do solo		Valor dos ecossistemas (m€/ano)		
Nível 1	Código	1975	1990	2006
Territórios artificializados	111-142	0,0	0,0	0,0
Áreas Agrícolas	211-244	39,5	37,4	33,5
Florestas e meios naturais	311-335	489,9	342,1	331,7
Zonas húmidas	411-423	307,6	245,7	245,6
Massas de água	511-522	540,1	697,1	695,4
	523	158,4	162,1	162,0
<b>Total</b>		1.535,6	1.484,3	1.468,3



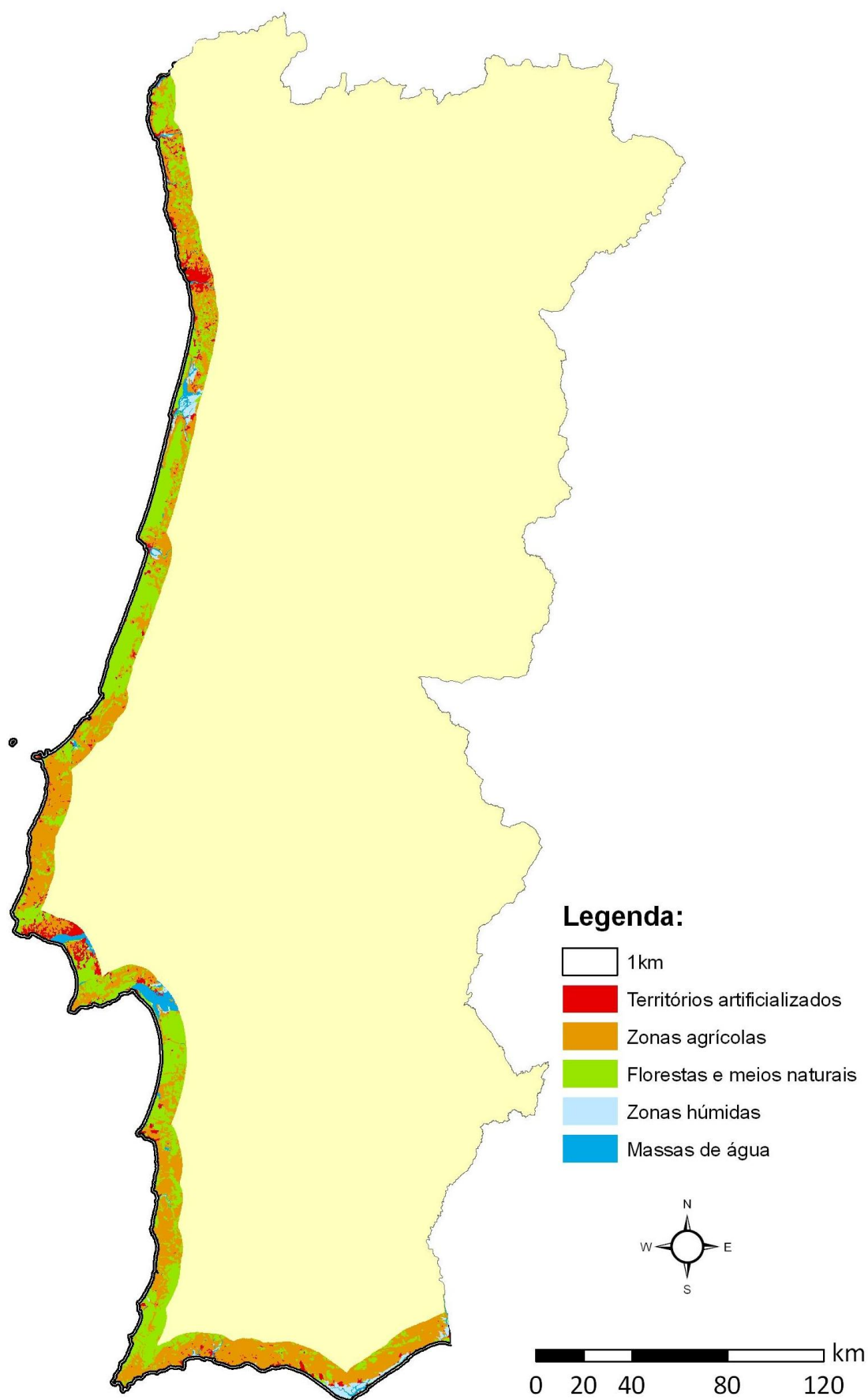


Figura A. 1 – Uso do solo para Portugal continental no ano de 1975  
(Baseado em: EEA, 2002)



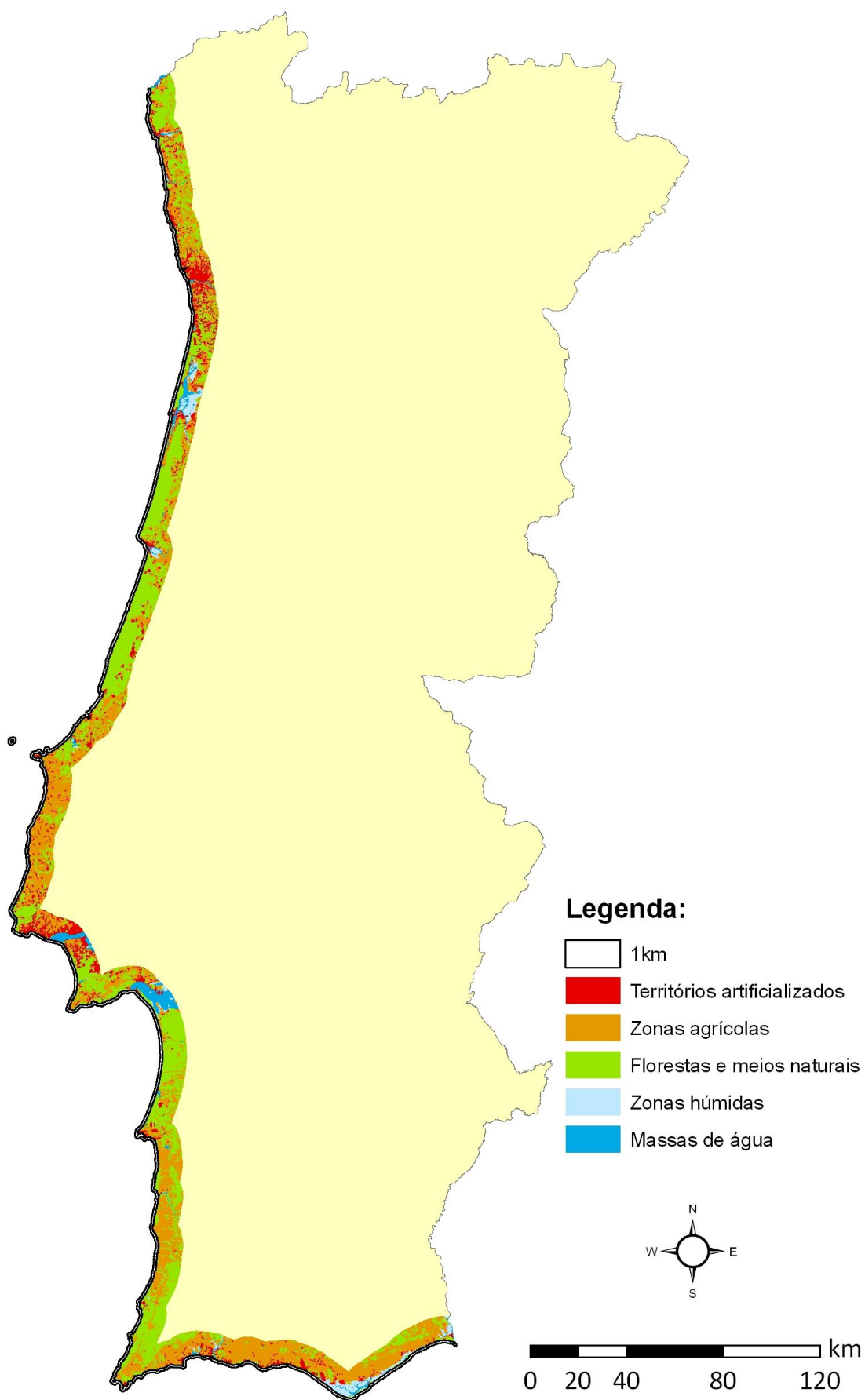


Figura A. 2 – Uso do solo para Portugal continental no ano de 1990  
(Baseado em: IGEO, 2010a)



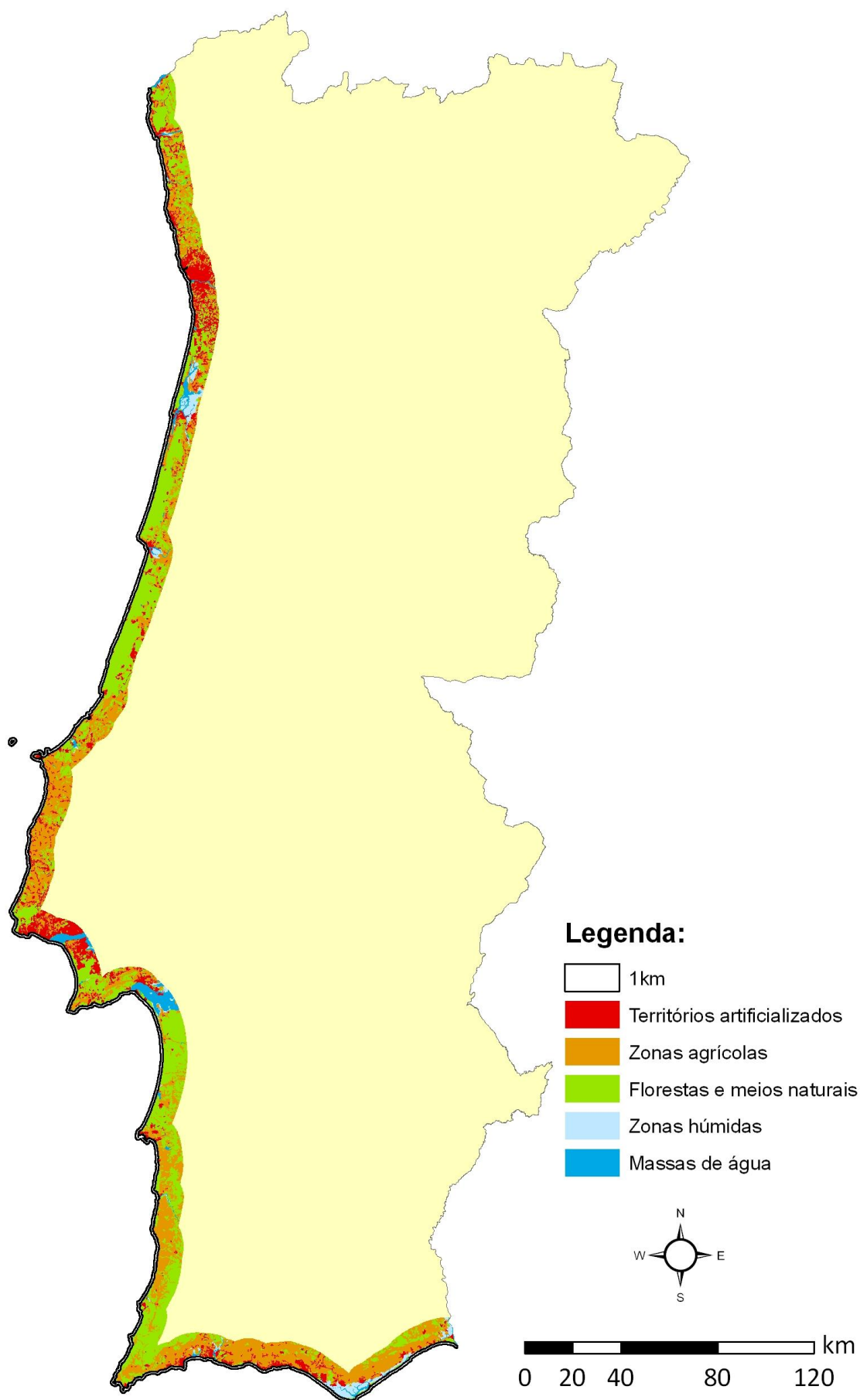


Figura A. 3 – Uso do solo para Portugal continental no ano de 2006  
(Baseado: IGEO, 2010b)